PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 17. | 1. Juni 1903. | 4. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 18 am 3. Juni 1903.

INHALT.

Originalmitteilungen:

H. Ebert, Die anomale Dispersion der Metalldämpfe. S. 473.

A. Schmidt, Die Helligkeit astigmatischer Bilder und das Bild der Sonne. S. 476.

J. B. Messerschmitt, Deklination und Horizontalintensität zu München für 1903. S. 479.

H. Meldau, Magnetisierung eiserner Cylinder. S. 479.

G. Simpson, Über den Volta-Effekt. S. 480.

W. Schmidt, Krystallisation im elektrischen Felde. S. 480.

F. Himstedt, Über die Ionisierung der Luft durch Wasser. S. 482.

Th. Des Coudres, Zur elektrostatischen Ablenkbarkeit der Rutherfordstrahlen. S. 483.

G. Seibt, Wellentelegraphie. S. 485.

Referate:

E. von Schweidler, Luftelektrische Beobachtungen zu Mattsee im Sommer 1902. S. 488.

Besprechungen:

A. B. Chauveau, Untersuchungen über die atmosphärische Elektrizität. S. 490.

K. Hofmann, Die radioaktiven Stoffe nach dem gegenwärtigen Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis. S. 492.

Personalien. S. 492.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Die anomale Dispersion der Metalldämpfe.

Von H. Ebert.

Seit etwa zwei Jahren bin ich (allerdings mit dazwischen liegenden längeren Unterbrechungen) mit Versuchen beschäftigt, welche mich zu der Überzeugung gebracht haben, dass das Phänomen der anomalen Dispersion eine ganz allgemeine Eigenschaft aller selektiv absorbierender Medien, insbesondere aber der Metalldämpfe ist, bei denen den hellen Emissionslinien bei geeigneter Versuchsanordnung ausserordentlich ausgesprochene Maxima der Absorption entsprechen. Es war mir daher von besonderem Interesse, aus dem letzten Hefte dieser Zeitschrift zu ersehen, dass auch von anderer Seite[1]) mit Erfolg damit vorgegangen wird, die Reihe der Metalle, an denen die Erscheinung der anomalen Dispersion beobachtbar ist, über die geringe Zahl der seither bekannten Fälle hinaus zu erweitern.

Ich wurde auf die Allgemeinheit der das genannte Phänomen ausmachenden Brechungserscheinungen in den Metalldämpfen aufmerksam bei Gelegenheit von Schmelzelektrolysen, welche meine beiden Kollegen, die Herren W. Muthmann und H. Hofer, im elektrochemischen Institute unserer Hochschule mit den grossen Strommitteln desselben in umfangreichem Masse ausführten.[2]) Namentlich wenn auf dem in höchster Weissglut erhaltenen Boden eines grossen Graphittiegels, gegen den die aus einer (40 mm) dicken Stange Homogenkohle bestehende, in den Tiegel hinabtauchende Anode gerichtet war, dichte Schichten kühlerer Metalldämpfe lagerten, und bei Anwendung reduzierender oder inerter Gasatmosphären die Oxydation der Dämpfe auch an ihren äussersten, kühlsten Grenzen nach Möglichkeit hintan gehalten wurde, zeigte sich die genannte Erscheinung bei allen Metallen, die in die Tiegel geworfen wurden, und zwar vornehmlich an den „leicht umkehrbaren Linien.“[1]) Wir haben hier alle Bedingungen, welche die Theorie für das Zustandekommen des Phänomens erfordert: Eine hochtemperierte Strahlenquelle kontinuierlichen Lichtes, davor eine ausgedehnte, sehr viel kühlere Dampfatmosphäre, folglich nach dem Kirchhoffschen Satze eine tiefgehende selektive Absorption, mit der die anomale Dispersion aufs innigste verknüpft ist; gerade in diesem Gebundensein beider Erscheinungen aneinander, stimmen alle Theorien, sowohl die älteren elastischen, wie die neueren elektromagnetischen miteinander überein. Schon die älteren Versuche über die Umkehr der Metallemissionslinien, also die Herstellung künstlicher Fraunhoferscher Linien, hatten zu der Überzeugung geführt, dass man dabei die Oxydationsprozesse in den Dampfhüllen möglichst vermeiden müsse. Die Versuche gelingen viel besser, wenn man in einer Wasserstoffatmosphäre, als wenn man in der freien Luft arbeitet; die Temperaturen, die bei der Vereinigung der Metalle mit dem Sauerstoff entstehen, kommen zu nahe an die Temperatur des strahlenden Hintergrundes heran, so dass eine für das hier in Rede stehende Phänomen genügende Absorption oft nicht eintreten kann. Aus diesem Grunde pflegen im allgemeinen Versuche, die anomale Dispersion

1) O. Lummer und E. Pringsheim, diese Zeitschrift **4**, 430, 1903.

2) W. Muthmann, H. Hofer und L. Weiss, Ann. d. Chem. **320**, 231, 1901.

1) Hierbei führte die anomale Dispersion häufig zu einer Erscheinung, die für die Spektra der „Neuen Sterne“ charakteristisch ist, einer Linienverdoppelung derart, dass neben der dunklen Absorptionslinie, die nach dem Violett hin stark verbreitert erschien, nach dem Rot zu eine lebhafte Aufhellung des kontinuierlichen Hintergrundes, also eine gegen das Rot hinverschobene Emissionslinie, sichtbar wurde. Dass dieses Phänomen in der That mit der anomalen Dispersion in der dichten, die Lichtquelle konzentrisch umgebenden Dampfhülle zusammenhängt, gedenke ich an anderer Stelle näher zu begründen.

zu erhalten, bei denen die Metalle im Voltakohlenbogen selbst oder, als Elektrodenmaterial angewendet, in der Luft verdampfen, fehl zu schlagen.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass sehr viele Metalle die charakteristische Brechungsanomalie unter geeigneten Bedingungen zu zeigen im stande sind, war ich vor allem bemüht, möglichst regelmässige Dampfprismen herzustellen, um aus den Ablenkungen in denselben Werte der Brechungsindices für die einzelnen, den Hauptabsorptionsgebieten benachbarten Wellenlängen abzuleiten. Diese Versuche haben sehr lange aufgehalten und haben bezüglich der bei den höchsten Temperaturen flüchtigen Metalle noch zu keinem abschliessenden Resultate geführt. Das eingeschlagene Verfahren bestand im allgemeinen darin, dass zwei breite Ströme geeignet vorerhitzten Wasserstoffgases unter hohen Pressungen, wie sie die Stahlbomben, in denen dieses Gas in den Handel gebracht wird, leicht erzielen lassen, in schräger Richtung gegeneinander geblasen werden über dem Orte, wo durch Gebläse- oder Bogenhitze das Metall verdampft wird. Reguliert man die Verdampfungsgeschwindigkeit so, dass immer ebensoviel Metall nachverdampft, als die Wasserstoffstrahlen an der Seite wegnehmen, so erhält man für längere Zeit einen eben begrenzten prismatischen, ziemlich gleichförmig mit Dampf erfüllten Raum, dessen Prismenwinkel nur wenig von dem Winkel abweicht, unter dem die Gasstrahlen gegeneinander laufen. Wenn auch an der Stelle, wo diese aufeinander treffen, unregelmässige Bewegungen eintreten, so kann man doch den Lichtgang geeignet abblenden und das Gasdampfgemisch unmittelbar über der Vereinigungsstelle durch einen gut ventilierten Schornstein absaugen, so dass das durchgehende Licht auf den unteren, über dem verdampfenden Metalle gelegenen Teil des Prismas beschränkt und durch die Störungen an der brechenden Kante desselben unbeeinflusst bleibt. Wie ausserordentlich starke Strahlenablenkungen man über, in einer Wasserstoffatmosphäre verdampfenden Metallmasse erhalten kann, haben für das Beispiel des Natriums bereits die Versuche von R. W. Wood gezeigt[1]); ausserdem nähert man sich hierbei augenscheinlich den Verhältnissen, wie wir sie auf der Sonne und in den Fixsternatmosphären voraussetzen müssen.

Fig. 1, a, bezw. 1, b stellt eine der einfacheren von den vielen Anordnungen, die ich durchprobiert habe, in Längs- und Querschnitt dar, die freilich zunächst nur für die niedrigst flüchtigen Metalle geeignet ist, da sie aus Eisen geschmiedet wurde. Für die erst bei höheren Temperaturen verdampfenden Metalle habe ich mir nach Moissan[2]) einen Ofen aus einem einzigen grossen Kalksteinblocke gebaut, der die der Fig. 1 entsprechenden Durchbohrungen hatte und durch einen mit 120 Ampère gespeisten Voltabogen im Innern geheizt wurde; leider hat derselbe nur wenige Versuche ausgehalten, da der Kalk nicht homogen genug war und zersprengt wurde.

Durch die Eisenröhren A_1 und A_2 wird der Wasserstoff, der hier vorgeheizt wird, aus der

1) R. W. Wood, Proc. Royal Soc. **69**, 157, 1901; und diese Zeitschrift **3**, 230, 1902.

2) Henri Moissan, Der elektrische Ofen, deutsch von Th. Zettel. Berlin 1900.

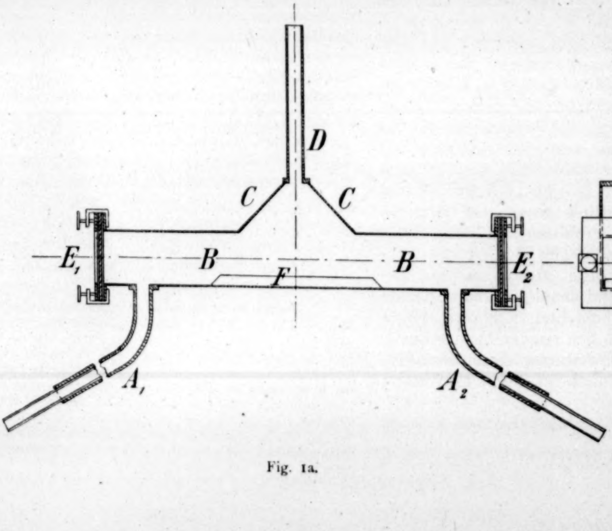


Fig. 1a.

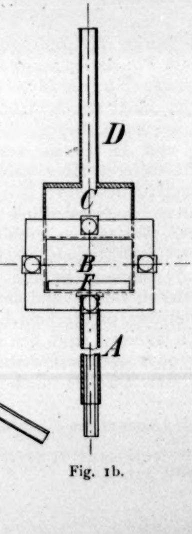


Fig. 1b.

Bombe (unter Zwischenschaltung eines Waschraumes mit Pyrogallollösung zum Entfernen der noch immer in dem elektrolytisch entwickelten Wasserstoffe enthaltenen Spuren von Sauerstoff, sowie eines Schwefelsäuretrockenturmes und je eines geeigneten Regulierhahnes auf jeder Seite) in die Kammer *B* gepresst, die oben einen pultdachförmigen Aufsatz trägt, dessen beide Seiten *C C* unter einem Winkel von 90^0 gegeneinander stossen. Hier ist der ins Freie führende Schornstein *D* aufgesetzt. Die Enden der Kammer tragen breite Flanschen, die eben abgeschliffen sind. Auf diese sind Rahmen aus Asbestpappe mittels Wasserglas aufgekittet, auf welche die das Ganze auf beiden Seiten abschliessenden dicken Spiegelglasplatten E_1 E_2 ebenso aufgekittet sind. Dieselben werden durch einen Eisenrahmen unter Zwischenlage eines zweiten Asbestrahmens angepresst, der durch je vier Überfangsschrauben an jedem Ende festgehalten wird. Die Dichtungsfugen werden mit Wasserglas und Mennigekitt überstrichen, Kittmittel, welche genügend hitzebeständig sind. Die innere Asbestzwischenlage schützt im allgemeinen die Glasplatten vor einem zu intensiven Wärmestrom; da diese von allen Seiten her gleichmässig erwärmt werden, so springen sie bei vorsichtigem Anheizen nur selten; gewöhnlich findet Scheibenbruch erst beim Abkühlen statt.

Das Metall wird in das aus Eisen gepresste, die ganze Breite der Heizkammer ausfüllende Schiff *F* in Form von Spänen gebracht; diese Schiffe, von denen für jedes Metall ein besonderes vorzusehen ist, schmelzen freilich am Boden oft fest, können aber durch starkes Klopfen immer wieder aus der Kammer *B* herausgebracht werden.

Der ganze Apparat ist in einem Ofen aus Chamottesteinen eingebaut, sodass nur die Enden E_1 E_2 herausschauen. Unter *F* wird die Heizquelle, Terquembrenner, eine oder mehrere Gebläselampen, angebracht. Vor dem Anheizen muss sorgfältig mit Wasserstoff ausgespült und während des Versuches jedes Eindringen von Luft vermieden werden, da sonst das im Apparat vorhandene Knallgas zu einer furchtbaren Explosion führen kann.

Blickt man in der Mittellinie durch den Apparat, so sieht man den Metalldampf von beiden Seiten des Schiffes her gleichmässig zu dem Raume *CC* emporsteigen; die von der Seite her herandrängenden Wasserstoffgasmassen halten bei richtiger Regulierung den Dampf zusammen und verhindern dessen Diffusion nach den Enden hin, wo er sich sonst auf den kühleren Glasplatten niederschlagen würde. Namentlich oberhalb der Mittellinie, wo der Gasstrom schon sehr nahe der Richtung der Wände C C folgt, findet man leicht eine allerdings eng begrenzte Zone, innerhalb deren der umschlossene Metalldampfkern ziemlich genau von zwei Ebenen begrenzt erscheint, welche unter einem gegenseitigen Neigungswinkel von 90^0 emporsteigen. Diese Zone blendet man durch einen vor E_1 oder E_2 gestellten, in seiner Breite regulierbaren und hoch oder tief zu stellenden Spalt aus. Im übrigen ist die Anordnung die der gekreuzten Spektren.[1])

Als Beispiel für ein mit dem hier beschriebenen Apparate photographisch aufgenommenes Spektrum sei das des Kaliumdampfes mitgeteilt, der ein besonderes Interesse beansprucht, weil er gerade an den beiden Enden des sichtbaren Spektrums ausgesprochene Absorptionsmaxima besitzt. A. Winkelmann, der zuerst die anomale Dispersion beim Kalium bemerkte, konnte die Ablenkung des prismatischen Bandes des kontinuierlichen Lichtes nur auf der brechbareren Seite der roten Linie sehen.[2]) Fig. 2 ist nach spektrographischen Aufnahmen gezeichnet, welche mit der auch noch für das Infrarot (bis zu 1000 $\mu\mu$) empfindlichen Alizarinblaubisulfit-Nigrosinplatte von Hrn. H. Lehmann erhalten wurden[3]); der Genannte hat mich bei den Aufnahmen persönlich unterstützt; ihm möchte ich hierfür, sowie der Firma C. A. Steinheil Söhne in München für das freundliche Zurverfügungstellen des Spektrographen meinen besten Dank sagen. Vor den Spalt des Spektralapparates war eine feine, einem Okularmikrometer entnommene, auf Glas geteilte Skala mit zur Spaltrichtung senkrecht verlaufenden Strichen gekittet, welche auf dem Spektrogramme als gerade, dem Spektrum parallel verlaufende Linien erscheinen; aus ihrem Abstande kann man mit Rücksicht auf die Fokallänge der optischen Systeme die den einzelnen Spektralstellen entsprechenden, durch das Dampfprisma herbeigeführten Winkelablenkungen berechnen; als Vergleichsspektrum für die Wellenlängenbestimmungen diente das durch die gleiche Anordnung gelieferte Funkenspektrum des Eisens.

Man sieht, wie nicht nur in der unmittelbaren Nachbarschaft der eigentlichen, den Emissionslinien K_α und K_β entsprechenden Absorptionsgebieten, die die anomale Dispersion charakterisierende Verbiegung des kontinuierlichen Spektrums des Flammenbogens Platz gegriffen hat, sondern wie namentlich im Rot der ganze infrarote Teil des Spektrums aus seiner ursprünglichen Lage nach oben gehoben und ebenso der nach dem Blau hin angrenzende Teil ganz tief nach unten herunter gebogen worden ist; diese Verschiebung des Spektrums macht sich weit über das Gelb hinaus geltend. Bei K_β ist

1) Vergl. z. B. die Beschreibung der Becquerelschen Anordnung durch W. H. Julius, diese Zeitschrift **2**, 349 rechts unten, 1901.
2) A. Winkelmann, Wied. Ann. **32**, 441, 1887.
3) H. Lehmann, Ann. d. Phys. **5**, 633, 1901.

bei gleicher Dampfdichte die anomale Dispersion stets weit weniger wirksam als bei K_α, nichtsdestoweniger erstreckt sie ihren Einfluss einerseits noch ins Ultraviolett, andererseits bis ins Blau, so dass im sichtbaren Spektrum eigentlich nur noch der mittlere, der grünblaue Spektralbezirk an seiner Stelle verbleibt (zugleich ein Zeichen, dass durch die Wasserstoffströme oder durch ungleichmässige Erwärmungen der Apparatanordnung an sich nur unmerkliche Verschiebungen im Spektrum herbeigeführt werden). Die Natriumlinie tritt immer mit auf, aber bemerkenswerterweise mit umgekehrter Verschiebung der benachbarten Spektralränder, als wenn dieser Dampf allein im Rohre vorhanden ist; augenscheinlich kehrt sich hier bei der grossen Verdünnung, in der der Natriumdampf dem Kaliumdampfe beigemischt ist, die Brechung, wie sie bei alleiniger Anwesenheit von Natriumdampf gegenüber reinem Wasserstoffe beobachtet wird, in Bezug auf den sehr viel dichteren Metalldampf um, analog wie bei dem in Wasser getauchten, mit Luft gefüllten Hohlprisma gegenüber dem Strahlengange des mit Wasser erfüllten, in der Luft aufgestellten Prismas.

Auffallend ist ferner bei dem im durchfallenden Lichte intensiv grün gefärbten Kaliumdampfe das Auftreten einer Reihe dunkler Absorptionsbänder im Rot, welche dem ganzen nach unten gebogenen Aste das Aussehen eines kannelierten oder sog. säulenstreifigen Absorptionsspektrums geben; im Orange fliessen diese Bänder schon bei geringen Dampfmengen vollkommen ineinander über, so dass dieses ganze Spektralgebiet völlig ausgelöscht wird, wie in Fig. 2

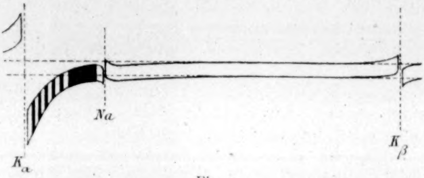


Fig. 2.

angedeutet ist, in der die Bänder allerdings zu scharf begrenzt erscheinen. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass an den Grenzen dieser breiten, verwaschenen Absorptionsstreifen keine Andeutungen anomaler Dispersion zu erkennen sind, ähnlich wie dies schon Wood in der oben zuerst angeführten Arbeit für die Kannelierungen, die beim Natriumdampfe auftreten, hervorgehoben hat. Man sieht, dass die Erscheinung thatsächlich an einen so steilen Abfall der Absorptionskurve gebunden ist, wie er nur bei den Metallabsorptionslinien vorzuliegen scheint.

Aus den auf den Originalnegativen mit grosser Genauigkeit zu messenden Verschiebungen kann man für die einzelnen Wellenlängen die zugehörigen Brechungsexponenten berechnen und die ganze Dispersionskurve danach konstruieren; schon ein Überschlag zeigt, dass in der Nähe der Emissionsabsorptionsgebiete durchweg Brechungsexponenten vorkommen, die einerseits kleiner als 1 sind, andererseits die Einheit aber so erheblich übersteigen, dass ihnen bei dem Gange der Strahlen durch die Metalldampfatmosphäre der Sonne eine ganz erhebliche Rolle beim Zustandekommen der sowohl in radiärer, wie in visueller Richtung betrachteten Sonnenphänomene zugeschrieben werden muss. Hierauf gedenke ich bei anderer Gelegenheit eingehender zurückzukommen.

München, Mai 1903.

(Eingegangen 12. Mai 1903.)

Die Helligkeit astigmatischer Bilder und das Bild der Sonne.

Von A. Schmidt.

Die Helligkeitsabnahme der Sonnenscheibe von der Mitte nach dem Rande könnte an sich, d. h. ohne Rücksicht auf andere Fragen, recht wohl als die Wirkung einer allgemeinen Absorption des Sonnenlichtes in der über der Photosphäre lagernden Sonnenatmosphäre angesehen werden. Eine selektive Absorption ist ja zweifellos durch die Fraunhoferschen Linien bewiesen und für die allgemeine Absorption spricht die Analogie der Erdatmosphäre, in welcher gleichfalls das durchgehende Sonnenlicht eine nach der Wellenlänge sich abstufende Absorption erfährt. An sich könnte das sein, vielleicht wäre es sogar nicht unmöglich, die Besonderheit der Helligkeitsabnahme der Sonnenscheibe, dass sie im Grün eine verhältnismässige Steigerung besitzt, als eine anomale Absorption zu deuten.

Wenn aber die von mir aus dem Lambertschen und dem Snelliusschen Gesetze gezogene Folgerung richtig ist, dass durch die Strahlenbrechung auch ohne Absorption eine Helligkeitsabnahme von der Art und Gesetzmässigkeit der beobachteten entstehen müsse, so kann die Frage nur noch die sein, ob durch die Strahlenbrechung der ganze Betrag oder nur ein Teil des Betrages der Helligkeitsabnahme der Sonnenscheibe zu erklären sei. Wenn dann ferner gegen die Absorption vom energetischen Gesichtspunkte aus sich eine Schwierigkeit erhebt, weil über den Abfluss der bei dieser Hypothese in der Sonnenatmosphäre sich anhäufenden Energiemengen eine plausible Annahme durchaus unerfindlich ist, während die Refraktionshypothese sogar über zwei Wege verfügt, um die Helligkeitsdifferenzen zu erklären, so ergiebt sich die weitere Folgerung, dass die ganze oder annähernd ganze beobachtete Hellig-

keitsabnahme von der Mitte nach dem Rande der Refraktionswirkung zuzuschreiben sei. Der eine der beiden Wege, die ich im folgenden auseinander halten will, ist die durch die Brechung bewirkte ungleiche Strahlenverteilung, der andere ist eine (neben einer Art Totalreflexion bestehende) nach der Richtung der Strahlen gleichfalls verschieden starke Reflexion im Strahle selbst, deren Notwendigkeit ich weiterhin nachzuweisen beabsichtige.

Die Beobachtung der Sonnenflecken lässt die Thatsache deutlich erkennen, dass die Fleckenbilder nur in der Mitte der Scheibe scharf sind, mit der Entfernung von der Scheibenmitte mehr und mehr undeutlich, astigmatisch, werden. Das lässt sich auch erwarten. Jedes Strahlenbüschel, das seine Spitze in einem Punkte der Photosphäre hat, verwandelt sich bei der Brechung in den darüber folgenden Atmosphärenschichten in ein nicht homozentrisches Büschel, dessen Strahlen bei geradliniger Rückwärtsverlängerung sich nicht mehr in einem Punkte, sondern nach zwei kaustischen Linien durchschneiden, welche bei sehr kleinem Öffnungswinkel des erzeugenden Büschels als Gegenkanten eines Tetraëders sich darstellen. Nur diejenigen pyramidalen Büschel, deren Strahlen in annähernd senkrechter Richtung die konzentrisch gelagerten Schichten durchschneiden, für deren Einfallswinkel und Brechungswinkel $\cos \beta$ und $\cos x$ annähernd gleich Eins sind, bewahren ihre Homozentrizität, ihr Divergenzpunkt erfährt durch die Brechung eine Annäherung an die brechende Fläche im Verhältnis $n:1$. Infolge davon wächst die Divergenz der Strahlen, in der Ebene im Verhältnis $1:n$, im Raumwinkel im Verhältnis $1:n^2$. Für alle andern von den Photosphärepunkten ausstrahlenden Büschel giebt es gar keine neuentstandenen Divergenzpunkte mehr. Die Helligkeitsuntersuchung und der Helligkeitsbegriff müssen daher unabhängig vom Orte des Ursprungs der Strahlenbüschel sein. Helligkeit ist Strahlenmenge pro Einheit des Raumwinkels an dem Orte des Lichtfeldes, wo das Auge sich befindet und in der Richtung, nach welcher das Auge gewendet ist. Bei allen Helligkeitsuntersuchungen von Gestirnen misst man nur die Helligkeit von Bildern, nicht von Objekten und so geben uns auch die von H. C. Vogel und G. Müller mit dem Spektralphotometer gemachten Messungen an der Sonnenscheibe nur Helligkeiten von Bildern, und zwar von solchen, die zum Objekt nur in ganz beschränktem centralen Teil die Beziehung der Kollinearität besitzen.

Man kann indessen solchen astigmatischen Bildern auch fingierte Objekte zuordnen, und unsere Vorstellung thut das unwillkürlich. Jede den geradlinig verlängerten Strahlenkegel, dessen Spitze der optische Mittelpunkt unseres Auges ist, schneidende Fläche kann als Ort eines fingierten Objektes dienen, insbesondere machen wir eine durch den scheinbaren Radius der Sonne bestimmte Kugelfläche instinktiv zum Objekte.

Wenn die Sonnenatmosphäre diejenige Beschaffenheit hätte, welche ich bei der Berechnung ihrer Brechungsindices in zweiter Annäherung[1]) angenommen habe, wenn die über der Photosphäre folgenden Gase nur bis zu einer bestimmten Höhe h sich erstreckten und bis dahin konstante optische Dichte besässen, so könnten wir das dem Erdbewohner sich darbietende Bild der Photosphäre genau auf diese Kugelfläche projizieren, welche die obere Grenze der Atmosphäre der Sonne bilden würde. Jedem Punkte dieser Kugeloberfläche als scheinbarem Ursprung eines Strahlenbüschels liesse sich ein Punkt eines etwa photographisch hergestellten Sonnenbildes zuordnen. Würden die Strahlen, welche diese Oberfläche verlassen, gar die besondere Verteilung der Strahlen leuchtender Oberflächen besitzen, dass von jedem Punkte Lichtkegel ausstrahlen, die pro Einheit der Öffnung konstante Strahlenmengen enthalten, bezw. die Eigenschaft, dass sie jedes Element der Fläche in jeder Richtung und in jeder Entfernung gleich hell erscheinen lassen, so müsste das von uns gesehene Scheibenbild von der Mitte bis zum Rande dieselbe Helligkeit zeigen. Nun besteht bei der gemachten schematischen Annahme diese geforderte Eigenschaft allerdings für diejenigen Strahlenrichtungen, welche innerhalb der Kugelfläche dieser zugerichtet sind, denn bis dahin bilden diese Strahlen ein homogenes Lichtfeld, das überall konstante Helligkeit besitzt, nur einen um so kleineren Umfang, je weiter ein Punkt des Feldes von der strahlenden Photosphäre entfernt ist. Dass aber diese Eigenschaft, das Lambertsche Gesetz einer primären Emission zu erfüllen, für die sekundäre Emission, für die durch Brechung abgelenkten, nach aussen sich fortsetzenden Strahlen nicht mehr besteht, will ich jetzt zuerst unter der von mir nicht zugegebenen Voraussetzung beweisen, dass die in Richtung der Strahlen sich fortpflanzende Energie durch die Brechung keine Einbusse erleide, unter der Voraussetzung, dass dieselbe Strahlenmenge derselben fortgepflanzten Energiemenge vor und nach der Brechung entsprechen müsse.

Zwischen einem ersten Mittel vom Brechungsindex n und einem zweiten vom Index 1 bestehe eine ebene Grenzfläche. Alle das erste Mittel durchsetzenden Strahlen lassen sich in homozentrische Strahlenbüschel gruppieren, deren Spitzen genau in der Grenzfläche selbst liegen. Von irgend einem dieser Büschel schnei-

1) Diese Zeitschr. **4**, 341–343, 1903.

den wir einen Strahlenhohlkegel $d\beta$ aus, d. h. einen Kegelraum mit zur Grenzfläche senkrechter Achse, enthalten zwischen zwei Kegelflächen, deren Mantellinien mit der Achse den Winkel β, bezw. $\beta + d\beta$ bilden. Alle Strahlen des Kegels $d\beta$ verwandeln sich durch Brechung in einen neuen ähnlich zu bezeichnenden Kegel $d\alpha$. Beschreiben wir nun um die Spitze beider eine Kugel vom Radius Eins, so begrenzt jeder der beiden Kegel auf deren Oberfläche eine Zone, die eine von der Fläche $\sin\beta\, d\beta$, die andere von der Fläche $\sin\alpha\, d\alpha$. Dieselbe Energiemenge, welche durch den Öffnungswinkel $\sin\beta\, d\beta$ gegen die Spitze gerichtet einströmt, strömt also durch den Öffnungswinkel $\sin\alpha\, d\alpha$ aus, d. h. pro Einheit des Öffnungswinkels verhalten sich die Strahlmengen im ersten und zweiten Mittel wie $\sin\alpha\, d\alpha : \sin\beta\, d\beta$. Da aber $\sin\alpha = n \sin\beta$ und $\cos\alpha\, d\alpha = n \cos\beta\, d\beta$ ist, so verhalten sich die Helligkeiten des ungebrochenen und des gebrochenen Büschels wie $n^2 \cos\beta : \cos\alpha$. Und da die Helligkeit der einfallenden Strahlen in allen Richtungen dieselbe ist, kann es diejenige der gebrochenen nicht mehr sein. Der Leser, welcher sich lieber eines anderen Helligkeitsbegriffes bedienen möchte, mag sich den Beweis anders zurecht legen. Er verlege sein Auge in die angenommene Kegelspitze und kehre dasselbe das eine Mal gegen ein Element der Zone $\sin\beta\, d\beta$, das andere Mal gegen das entsprechende Element der Zone $\sin\alpha\, d\alpha$ und denke sich, dass gleiche Lichtmengen in beiden Fällen seiner Pupille zufliessen, so wird er dasselbe Verhältnis ungleicher Helligkeiten finden.

Nach dieser Beweisführung müsste die Helligkeit der Sonnenscheibe von der Mitte nach dem Rande abnehmen, entsprechend einem Gesetze $H = H_0 \cos\alpha : \cos\beta$. Warum man dieses Gesetz in das andere $H = H_0 \cos^2\alpha : \cos^2\beta$ umzuwandeln Grund hat, soll nun in zweiter Linie ausgeführt werden.

Den Komplex aller das erste Mittel vom Index n durchlaufenden Strahlen zerlegen wir in lauter cylindrische Büschel. Ein zur Grenzfläche beider Mittel senkrechtes Strahlenbüschel zeigt vor und nach der Brechung dieselbe Strahlenmenge pro Querschnittseinheit, zum Ausdruck dafür, dass beim senkrechten Übergang die Intensität der Strahlung trotz der im Verhältnis $n^2 : 1$ verminderten Helligkeit, durch die Divergenzvergrösserung kegelförmiger Büschel keinen Eintrag erleidet. Die Frage, ob nicht doch, auch für die genau senkrechten Strahlen, durch die physikalische Verschiedenheit der Mittel ein anderer Grund zur Reflexion eines Teiles der fortgepflanzten Energie vorliegen könne, soll hier unerörtert bleiben. Aber für ein unter dem schiefen Winkel β einfallendes und unter dem Winkel α gebrochenes cylindrisches Büschel ist die Annahme, dass seinen Strahlen vor und nach der Brechung derselbe Wert, bezw. dieselbe Zahl zukomme, unhaltbar, sie widerspricht dem Prinzip der Energiezerstreuung. Die Querschnitte des einfallenden und des gebrochenen Mittels verhalten sich wie $\cos\beta : \cos\alpha$, der Querschnitt hat eine Verkleinerung erfahren. Könnte im verkleinerten Querschnitt ebensoviel Energie sich fortpflanzen, wie zuvor im ersten Mittel, so wäre die Möglichkeit geboten, durch Anwendung der Brechung die Intensität eines Büschels ins Unbegrenzte zu steigern. Es wäre, wenigstens theoretisch, die Möglichkeit gegeben, cylindrische Strahlenbüschel mittels achromatischer Prismen so zu verdichten, dass ihre Intensität beliebig diejenige der von der Sonne ausgestrahlten Büschel übersteigt.

Aus diesem Grunde müssen wir dem Ausdruck für den Energiewert der gebrochenen Strahlen und damit auch demjenigen für die Helligkeit dieser Strahlen den weiteren Faktor $\cos\alpha : \cos\beta$ beifügen.

Auch bei stetigem Übergang von einem Mittel ins andere, also bei einer durch Krümmung der Strahlen sich vollziehenden Richtungsänderung bleibt im Innern eines grösseren Lichtbüschels, bei ebener paralleler Lagerung der Schichten gleicher optischer Dichte, derselbe Zwang des Raumes bestehen, die Querschnittsänderung der cylindrischen Strahlenbüschel, welche eine Intensitäts- und Helligkeitsverminderung im genannten Verhältnis bedingt. Soweit am Rande des Büschels dieser Zwang des Raumes wegfällt, und soweit für eine nicht ebene, sondern sphärisch konzentrische Lagerung der Schichten dieser Zwang des Raumes sich ändern, unter Umständen verschwinden könnte, mag ein anderes Gesetz gelten. Die schwierige Untersuchung dieser Fragen, wie auch diejenige des Strahlübergangs vom optisch dünneren ins dichtere Mittel überschreitet unser vorliegendes Problem, die Helligkeitsdifferenzen der Teile der Sonnenscheibe je nach dem Abstande von der Mitte, als Folgen der Refraktion zu erklären. Das Gesetz der Refraktion und der auf die Lichtstrahlung angewandte zweite Hauptsatz rechtfertigen zusammen mit der schönen Übereinstimmung der Beobachtungen die in meiner zweiten angenäherten Berechnung der Brechungsindices der Chromosphärengase angewandte Methode mit der Formel:

$$H = H_0 \cos^2\alpha : \cos^2\beta.$$

Zugleich berichtigen vorstehende Ausführungen meine in dieser Zeitschrift **4**, 456, 1903 geäusserte Ansicht, der ganze Faktor $\cos^2\alpha : \cos^2\beta$ sei der Reflexion zu verdanken. Beides, die Divergenzänderung und die Querschnittsänderung, sind Wirkungen der Brechung, jede bedingt eine Helligkeitsverminderung im Verhältnis

$\cos\alpha : \cos\beta$, aber nur die zweite bewirkt eine Reflexion im Strahl.

(Eingegangen 10. Mai 1903.)

Deklination und Horizontalintensität zu München für 1903. 0

Von J. B. Messerschmitt.

Die ersten erdmagnetischen Messungen in München reichen bis zum Jahre 1836 zurück, doch beginnt die regelmässige Verfolgung des Erdmagnetismus erst 1840, zu welcher Zeit J. Lamont bei der Sternwarte ein magnetisches Observatorium einrichtete. Die Lage dieses Beobachtungsortes war 10 m nördlich und 50 m westlich vom grossen Refraktor der Sternwarte, südlich vom Hauptgebäude. Im Jahre 1847 musste wegen Baufälligkeit des unterirdischen Raumes dieser Standpunkt verlassen werden und es wurden die Instrumente nunmehr ausserhalb der südwestlichen Seite der Sternwarte (bei der Bibliothek) aufgestellt. Dieser Ort liegt 15 m nördlich und 15 m östlich vom früheren Observatorium. Vierzig Jahre lang, bis Ende 1886, sind hier die Variationen der drei erdmagnetischen Elemente regelmässig verfolgt worden.

Infolge äusserer Gründe mussten dann die Beobachtungen eingestellt werden, doch wurde deren Wiederaufnahme stets im Auge behalten. Aber erst Mitte der neunziger Jahre konnte dieses Projekt festere Gestalt gewinnen. Es wurde nunmehr ein neues erdmagnetisches Observatorium mit photographisch registrierenden Instrumenten eingerichtet, das mit Ende 1898 in Thätigkeit treten konnte.

Der unterirdische Variationsraum befindet sich nördlich von der Sternwarte und zwar 100 m nördlich und 45 m westlich vom grossen Refraktor. 20 m östlich vom Variationsraum steht eine eisenfreie Holzhütte für die absoluten Messungen.

Die geographische Lage ist $48^0\ 8'\ 47''$ nördliche Breite und $11^0\ 36'\ 31''$ östlich von Greenwich ($29^0\ 16'\ 17''$ östlich von Ferro). Meereshöhe 529 m.

Die Ausrüstung besteht aus folgenden Instrumenten: Für die absoluten Messungen ist ein magnetischer Theodolit und ein Nadelinklinatorium von Bamberg vorhanden. Dazu kam in letzter Zeit noch ein Wildsches Rotationsinklinatorium. Die Variationsapparate bestehen aus einem Unifilar, einem Bifilar und einer Lloydschen Wage von M. Th. Edelmann.

Der Variationsraum ist heizbar und wird stets in gleicher Temperatur ($18,6^0$ C.) gehalten. Seit Ende des Jahres 1898 haben die Apparate mit Ausnahme der Wage ohne wesentliche Störungen regelmässig funktioniert. Absolute Messungen zur Kontrolle der Variationsinstrumente werden alle Monate ein bis zweimal angestellt.

Aus den photographischen Aufzeichnungen werden in bekannter Weise die Mittelwerte des Jahres aus den stündlichen Werten aller Tage der registrierten magnetischen Elemente abgeleitet. Für den Jahresanfang von 1903 ergaben die Ablesungen der Monate Dezember 1902 und Januar 1903 die Mittelwerte:

Deklination $10^0\ 17',0$ West; jährliche Abnahme $-4',2$; Horizontalintensität 0,206 48 C. G. S.; jährliche Zunahme $+0,00010$ C. G. S.

Erdmagnetisches Observatorium in München, im Mai 1903.

(Eingegangen 12. Mai 1903.)

Magnetisierung eiserner Cylinder.

Von H. Meldau.

Zur Kompensation der durch die Vertikalinduktion im Schiffseisen erzeugten semicirkularen Deviation bringt man am Kompassständer eine vertikale eiserne Stange, die sog. Flinderstange, an. Nach W. Thomsons Vorschlag verwandte man für diese Stange bisher massive eiserne Cylinder von 7 bis 8 cm Durchmesser. Neuerdings wählt W. Ludolph in Bremerhaven auf Vorschlag von Prof. C. Schilling statt dieser Vollcylinder röhrenförmige Cylinder von etwa 1 cm Wandstärke.

Gelegentlich der Feststellung der Konstanten dieser neuen Cylinder habe ich ihre Wirkung mit derjenigen der Vollcylinder verglichen. Wenn es sich bei diesen Beobachtungen auch nur um eine spezielle Versuchsanordnung handelt, so dürfte doch das Resultat des Vergleiches physikalisches Interesse beanspruchen.

Die Cylinder wurden, wie es der Anbringung am Kompass entspricht, 25,5 cm vom Rosenmittelpunkte entfernt vertikal so aufgestellt, dass die Oberkante des Cylinders sich 2 cm oberhalb der Ebene des Magnetsystems der Rose befand. Beobachtet wurden die durch den Cylinder hervorgebrachten Ablenkungen, wenn dieser magnetische Ost oder West vom Rosenmittelpunkte stand.

Der Durchmesser der Vollcylinder beträgt 8,0 cm, derjenige der Hohlcylinder 7,7 cm, während die Wandstärke 1,1 cm ist. An Vollcylindern wurden verwandt vier Stücke von je 19,8 cm, 1 Stück von 9,6 und zwei Stücke von je 4,6 cm Länge, an Hohlcylindern vier Stücke von 19,6 cm und zwei Stücke von 9,9 cm Länge. Aus diesen Stücken wurden die Cylinder in möglichst analoger Weise aufgebaut. Behufs Elimination der Wirkung eines etwaigen

permanenten Magnetismus wurde jedes einzelne Stück bei jeder Ablesung umgekehrt. Die folgende Tabelle giebt die ausgeübte Kraft $\mathfrak{J}$ ausgedrückt in der Horizontalintensität am Orte.

Hohlcylinder Durchm. 7,7 cm, Wandst. 1,1 cm		Vollcylinder Durchmesser 8,0 cm	
Länge	$\mathfrak{J}$	Länge	$\mathfrak{J}$
19,6 cm	0,055	19,8 cm	0,067
29,5 „	0,128	29,4 „	0,151
39,2 „	0,203	39,6 „	0,252
49,1 „	0,277	49,2 „	0,346
58,8 „	0,325	59,4 „	0,428
68,7 „	0,364	69,0 „	0,521
78,4 „	0,400	79,2 „	0,600
88,3 „	0,438	88,8 „	0,650
98,2 „	0,466	98,0 „	0,695

Aus den angeführten Zahlen ergiebt sich: Für kleine Cylinderlängen ist die Wirkung des Vollcylinders nur unerheblich grösser als die des Hohlcylinders.

Mit wachsender Cylinderlänge wächst das Verhältnis der Wirkung des Vollcylinders zu der des Hohlcylinders.

Diese Versuchsergebnisse erklären sich ungezwungen aus den verschiedenen Werten der entmagnetisierenden Intensität; sie bilden eine weitere Widerlegung der von Grotrian in Wied. Ann. **50**, 705, 1893; **52**, 735, 1894 und **54**, 452, 1895 vertretenen Ansicht über die Magnetisierung von eisernen Cylindern.

(Eingegangen 5. Mai 1903.)

Über den Volta-Effekt.

Von George C. Simpson.

Bei Arbeiten mit einem empfindlichen Quadranten-Elektrometer hatte ich dasselbe gelegentlich mit einem langen Kupferdraht verbunden, der zum Schutze gegen ein elektrisches Feld in einem aussen mit Stanniol überzogenen Holzkasten ausgespannt war. Dabei zeigte es sich, dass der Draht langsam eine positive Ladung annahm, wenn er isoliert sich selbst überlassen wurde. Ich stellte fest, dass die Ladung mit der Substanz des verwendeten Drahtes variierte, denn sie ergab sich für Messing wie für Kupfer positiv und für Zink und Aluminium negativ.

Um die Erscheinung etwas genauer zu untersuchen, liess ich einen, 1 Meter hohen und breiten und 1 $^1/_2$ Meter langen Käfig aus verzinktem Eisendrahtnetz herstellen, dessen Holzgestell sich ganz ausserhalb des Netzes befand. Im Innern wurde das zu untersuchende Metall in Form von Drähten, Blechen oder Netzen an einem isolierenden Träger aufgehängt und durch einen Draht von demselben Metall mit dem einem Quadrantenpaar eines Elektrometers verbunden; der Käfig und das andere Quadrantenpaar waren geerdet. Das zu untersuchende Metall wurde zunächst mit dem Käfig verbunden und dann isoliert, worauf die Elektrometernadel sich sehr langsam bewegte und in etwa ein oder zwei Stunden eine konstante Ablenkung erreichte. Die so angezeigte Potentialdifferenz variierte von Metall zu Metall; sie war negativ für Natrium und Magnesium-Aluminium (Magnalium) und positiv für die anderen untersuchten Metalle. Die Messungsergebnisse sind im folgenden zusammengestellt.

Kupfer .	+ 0,70 Volt
Eisen . .	+ 0,40 „
Zinn . .	+ 0,25 „
Blei . .	+ 0,23 „
Magnalium	— 0,28 „
Natrium . .	— 0,70 „

Dabei muss bemerkt werden, dass die Metalle (mit Ausnahme von Blei) nicht besonders blank gemacht waren. Es ist ersichtlich, dass diese Zahlen sehr gut mit der Voltaschen Spannungsdifferenz zwischen diesen Metallen und dem Zink — der Käfig bildet die Zink-Elektrode — übereinstimmen.

Die Einstellung auf die definitive Spannungsdifferenz konnte ohne sonstige Änderung sehr beschleunigt werden, wenn der Ionengehalt der Luft im Beobachtungszimmer durch Röntgenstrahlen künstlich verstärkt wurde.

Kurz nach Abschluss dieser Arbeiten ist mir ein Bericht über die Diskussion zu Gesicht gekommen, die sich an den Vortrag des Herrn Grimsehl auf der Naturforscherversammlung zu Karlsbad[1]) anschloss, wonach dort eine Beobachtung desselben Phänomens durch Prof. Voller erwähnt wurde.

1) Diese Zeitschr. **4**, 43, 1902.

Geophysikalisches Institut Göttingen.

(Eingegangen 6. Mai 1903.)

Krystallisation im elektrischen Felde.

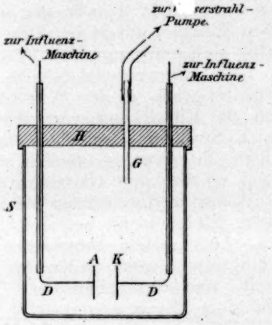
Von W. Schmidt.

Eine Krystallkugel wird sich im homogenen elektrischen Felde bei völliger Bewegungsfreiheit so einstellen, dass die Richtung der grössten Dielektrizitätskonstanten mit der Richtung der Kraftlinien zusammenfällt. Wenn sich nun Krystalle im elektrischen Feld aus einer Lösung ausscheiden, so war anzunehmen, dass sie eine ganz bestimmte Orientation annehmen würden.

Ein dahin zielendes Experiment bestätigte diese Vermutung nicht, es zeigte aber eine

andere interessante Erscheinung: die Krystalle setzten sich nur an der einen Elektrode an, während die andere völlig frei blieb. Die Versuchsanordnung war folgendermassen gemacht:

2 Messingelektroden, *A* und *K*, von $3 \times 7{,}5$ cm Oberfläche, standen sich durch die rechtwinklig nach oben gebogenen Drähte *DD* in einer Entfernung von 2 cm gegenüber.



Die Drähte waren mit Schwefel in Glasröhren eingeschmolzen, die fest in dem paraffinierten Holzdeckel H darinsassen. Dieser konnte luftdicht auf die Krystallisierschale *S* von 11 cm Durchmesser und 12 cm Höhe aufgekittet werden. Durch den Deckel *H* führte noch das kurze Glasrohr *G* hindurch, das mit einer Wasserstrahlpumpe in Verbindung stand. Die Enden der Drähte *DD* wurden mit einer durch einen Elektromotor getriebenen Influenzmaschine verbunden, die, wie eine parallel geschaltete Funkenstrecke zeigte, eine Potentialdifferenz von ungefähr 40000 Volt gab.

Der Versuch wurde mit einer Schwefel-Schwefelkohlenstoff-Lösung gemacht. Diese Substanzen wurden deshalb genommen, weil Schwefel einen ziemlichen Unterschied der Dielektrizitätskonstanten in den verschiedenen Richtungen zeigt (1 : 0,85 : 0,78)[1]), sich leicht im Schwefelkohlenstoff löst und aus der verhältnismässig flüchtigen Lösung schnell und regelmässig auskrystallisiert. Die gesättigte Lösung wurde sorgfältig filtriert und beim Einfüllen in die Krystallisierschale *S* etwas verdünnt, damit der Schwefel nicht zu früh ausfiele. Um die Verdunstung etwas zu beschleunigen und möglichst immer unter denselben Bedingungen vor sich gehen zu lassen, konnten die Schwefelkohlenstoffdämpfe durch die bereits erwähnte Wasserstrahlpumpe, die einen nur geringen Unterdruck gab, abgesaugt werden.

Einige Zeit nach Beginn des Versuches zeigt sich nun der Anfang der Krystallisation, die vorzüglich durch das Glasgefäss S und durch die durchsichtige Lösung hindurch beobachtet werden konnte. Den genaueren Verlauf giebt meine Tagebuchaufzeichnung wieder:

9 Uhr 35. Beginn des Versuches. Die Flüssigkeit ist zwischen den beiden Elektroden in ziemlich starker unregelmässiger Bewegung.

10 Uhr 05. An der Rückseite der Anode haben sich grössere und kleinere Krystalle angesetzt, an der Vorderseite nur kleinere. An der Glaswand kriecht die Lösung etwas empor und verdampft.

10 Uhr 35. Auch an der Vorderseite der Anode haben sich grössere Krystalle angesetzt, aber in geringerer Zahl wie an der Rückseite.

11 Uhr 45. Es hat sich von der Glaswand aus auf der einen Seite nach der Anode hin in der Luft ein fächerförmiges Schwefelgebilde angesetzt, das jeweilig bis an die Flüssigkeitsoberfläche herangeht.

12 Uhr 45. Unterbrechung des Versuches.

Nach Herausnahme des Deckels *H* mit den beiden Elektroden sah man jetzt noch deutlicher, wie während des Versuches, dass sich auf der Anode eine ca. 3—5 mm dicke durchsichtige Schwefelschicht angesetzt hatte. Die einzelnen Krystalle, die man gut unterscheiden konnte und die, wie leicht erklärlich, besonders schön an den Rändern der Metallplatte ausgebildet waren, liessen nicht die geringste Regelmässigkeit in der Orientation erkennen. Die Kathode war von Krystallen völlig frei geblieben. Man könnte nun diese Erscheinung dadurch erklären, dass sich zufällig zuerst an der Anode ein Krystall gebildet hätte, der dann gewissermassen ein Keim für die andern Krystalle geworden wäre. Dem steht entgegen, dass auch sonst an der Gefässwand Krystalle gewachsen waren, vor allem aber, dass an der Stelle, wo der Draht *D* von der Kathode aus in die Glasröhre mündete, wo also der zum Einschmelzen benutzte Schwefel mit der Lösung in Berührung kam, schön ausgebildete Krystalle sich angesetzt hatten.

Die Erscheinung lässt sich erklären, wenn man annimmt, dass die Schwefelkrystalle in statu nascendi einen negativen Charakter annehmen. Sie werden dann durch elektrische Kräfte entweder zur Anode oder durch Molekularkräfte der Krystallisation zu bereits vorhandenen Krystallen hingetrieben. Auf jeden Fall müssen sie von der Kathode abgestossen werden.

Giessen, Physik. Inst., im Mai 1903.

(Eingegangen 17. Mai 1903.)

1) Vergl. W. Schmidt, Ann. der Physik 9, 933, 1902.

Über die Ionisierung der Luft durch Wasser.

Von F. Himstedt.

1. Als ich mit der von Elster und Geitel[1]) angegebenen Anordnung, — Elektroskop mit Zerstreuungskörper im Innern eines 36 cm weiten, 43 cm hohen Glasgefässes — Versuche über die Zerstreuung der Elektrizität anstellte, fand ich, dass Luft, welche von einem Wasserstrahlgebläse geliefert war, eine sehr bedeutende Leitfähigkeit besitzt. Während in Zimmerluft das Elektroskop in 60 Minuten einen Spannungsverlust von 8,12 Volt ergab, fand ich, als das Glasgefäss mit der Luft des Wasserstrahlgebläses gefüllt wurde, für die gleiche Zeit von 60 Minuten berechnet, einen Abfall von 632 Volt, der im Laufe von 3 Stunden auf 852 Volt stieg, um dann ganz langsam abzufallen. Nach 7 Tagen betrug er noch 240 Volt. Diese Luft zeigte also ein ganz analoges Verhalten wie die Kellerluft, resp. die aus dem Boden angesaugte Luft in den Elster und Geitelschen Versuchen. Dass die abnorm hohe Leitfähigkeit nicht von dem grösseren Feuchtigkeitsgehalt der Gebläseluft herrührte, konnte sehr einfach dadurch erwiesen werden, dass man die Luft durch lange Röhren mit P_2O_5 leitete und sie auf diese Weise weit unter den normalen Feuchtigkeitsgehalt der Zimmerluft trocknete. Das Durchleiten der Luft durch ein Rohr, das mit zur Erde abgeleiteter Kupferwolle gefüllt war, nahm derselben jede Spur etwa vorhandener Wasserfallelektrizität, zerstörte aber die abnorm hohe Leitfähigkeit nicht.

Luft, welche durch ein Gefäss gesaugt wurde, das mit nassem Koks oder Sand oder angefeuchteter Glaswolle gefüllt war, zeigte ebenfalls eine Vermehrung der Leitfähigkeit, so dass es mir nicht unmöglich erscheint, dass die abnorm hohe Leitfähigkeit, welche Elster und Geitel bei Kellerluft, sowie bei aus dem Erdboden angesaugter Luft beobachtet haben, darauf zurückzuführen ist, dass im Erdboden und auch in feuchten Kellern die Luft durch die mit feinstverteilten Wassertröpfchen bedeckten Erdmassen hindurch resp. an ihnen vorbei streicht. Versuche, bei denen Luft unter bestimmtem Drucke durch destilliertes Wasser, Regenwasser, Leitungswasser, Lösungen von $NaCl$, $CuSO_4$, H_2SO_4 gepresst wurde, ergaben für alle diese Flüssigkeiten den gleichen Betrag der Luftleitfähigkeit. Beim Durchpressen der Luft durch Kaiseröl, Paraffinöl, Benzol konnte keine Erhöhung der Leitfähigkeit beobachtet werden. Ein und dasselbe Quantum Wasser konnte beliebig oft zu solchen Versuchen benutzt werden, ohne dass irgend eine Abnahme seiner Wirksamkeit zu konstatieren war. Ausser mit Luft sind Versuche mit O und CO_2 mit dem gleichen Erfolge angestellt.

[1]) Diese Zeitschrift **2**, 560, 1901.

2. Es entsteht jetzt die Frage, wie kommt diese Leitfähigkeit der Gase zu stande? Wird das Gas bei dem Durchstreichen durch das Wasser direkt ionisiert, oder nimmt dasselbe dabei Spuren einer radioaktiven Substanz in sich auf oder endlich führt es eine sogenannte Emanation von einer in dem Wasser enthaltenen radioaktiven Substanz mit sich? Das sind wohl die zunächst sich aufdrängenden Fragen. Dass das Gas beim Durchstreichen des Wassers einfach ionisiert wird, in der Weise etwa, wie dies durch die Einwirkung von ultravioletten oder von X-Strahlen geschieht, muss schon um deswillen als unwahrscheinlich bezeichnet werden, weil es die lange Glasröhre mit dichtgestopfter Watte zu durchsetzen vermag, ohne nachweisbare Einbusse an seiner Leitfähigkeit zu erleiden. Auch spricht entschieden dagegen das sehr langsame Verschwinden der erlangten Leitfähigkeit, das hier ebensoviel Tage erfordert, wie dort Minuten.

Wurde die vom Wasserstrahlgebläse gelieferte Luft zwischen den Platten eines Kondensators hindurch geleitet, dessen eine Belegung geerdet, dessen andere Belegung auf + 8000 Volt geladen war, so zeigte die Luft unmittelbar darauf eine stark unipolare Leitfähigkeit der Art, dass die Leitfähigkeit für $+E$ auf weniger als die Hälfte gesunken, die für $+E$ auf mehr als das Doppelte gestiegen war. Die Ungleichheit gleicht sich sehr schnell aus, und nach einer Stunde ist fast vollkommen das frühere Verhalten wieder eingetreten, + und — Leitfähigkeit angenähert gleich gross.

3. Die Luft, welche durch die Wasserstrahlpumpe gegangen ist, ist also nicht einfach ionisiert wie die den X-Strahlen oder dem ultravioletten Lichte ausgesetzt gewesene Luft. Sie hat eine Veränderung erlitten oder einen Zusatz erhalten, der auf längere Zeit ihr die Fähigkeit verleiht, die Zahl der freien Ionen und damit ihre Leitfähigkeit auf konstanter bedeutender Höhe zu halten. Der nächstliegende Gedanke dürfte sein, anzunehmen, dass die Luft aus der wirksamen Flüssigkeit eine Emanation oder geringe Mengen einer radioaktiven Substanz mitreisst. Da Wasser die bei weitem stärkste Wirkung ausübt, vielleicht überhaupt die einzige wirksame Substanz ist, so liegt es nahe, zu versuchen, der Luft nach Möglichkeit alle Spuren des mitgeführten Wassers zu entziehen, um zu sehen, ob die fremde Substanz dann auch verschwindet. Längeres Stehenlassen der Luft über P_2O_5 und metallischem Na, so wie Hindurchleiten durch lange Röhren, die mit Asbestwolle gefüllt waren, welche reichlich mit P_2O_5 bestäubt war, konnten der Luft wohl

alle für das Hygrometer wahrnehmbare Feuchtigkeit entziehen, nicht aber ihr die hohe Leitfähigkeit nehmen. Dagegen konnte dieselbe vollständig zerstört werden dadurch, dass man die Luft durch ein in flüssige Luft tauchendes Schlangenrohr leitete. Liess man nach einem solchen Versuche dies Schlangenrohr sich wieder erwärmen, so zeigte die aus ihm entnommene Luft wieder die abnorm hohe Leitfähigkeit.

4. Die Herren Elster und Geitel haben zur Erklärung der abnorm hohen Leitfähigkeit der Luft in Kellerräumen etc. eine mögliche Radioaktivität der Luft selbst herangezogen. Ich will auf die mannigfachen Versuche hier nicht näher eingehen, die ich angestellt habe, um in dem, was in dem Kupferrohr ausgefroren war, das radioaktive Agens zu finden. Sie haben alle ein negatives Resultat gehabt, sind aber um deswillen nicht beweiskräftig, weil man wird einwenden können, dass für die Hervorbringung der beobachteten Effekte ja nur ganz minimale Mengen erforderlich sind und diese können sich der Wahrnehmung entzogen haben. Ich möchte aber darauf aufmerksam machen, dass die abnorm hohe Leitfähigkeit der Luft und die im Vorstehenden beschriebenen Erscheinungen in anderer und wie mir scheint, besonders einfacher Weise sich erklären lassen, nämlich durch die Annahme, dass das Wasser in ähnlicher Weise wie auf Säuren und Salze, so auch auf Gase eine stark ionisierende Wirkung auszuüben vermag. Man kann sich vorstellen, dass wenn ein Gas durch Wasser in Blasenform hindurch gepresst wird, einzelne Gasmoleküle in so innige Berührung mit dem Wasser kommen, dass sie gewissermassen darin gelöst werden und sich mit einer natürlich ganz minimalen Spur von Wasser so vereinigen, dass nachher ein in eine Wasserhülle gehülltes oder darin gelöstes Gasmolekül aus dem Wasser in die Luft tritt. Solche Moleküle würden nun, analog wie in Wasser befindliche Salzmoleküle, die Fähigkeit besitzen, ausserordentlich leicht zu dissoziieren, d. h. Ionen zu bilden, und auf diese Weise die Leitfähigkeit der Luft bedingen. Diese allerfeinsten, mit den Luftmolekülen verbundenen Wasserteilchen dürfen natürlich nicht mit den weit beträchtlicheren Wassermengen verwechselt werden, die etwa in den Nebelbläschen enthalten sind. Das geht ja schon daraus hervor, dass die letzteren von einigermassen dicht gestopfter Watte zurückgehalten werden, in ruhender Luft sich verhältnismässig schnell absetzen, erstere aber nicht. Nach dieser Vorstellung würde man sich auch die sogenannte natürliche Leitfähigkeit der Luft und besonders ihre Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen der Atmosphäre leicht erklären können. In der bewegten Luft bilden sich, wenn sie über feuchte Flächen, durch feuchtes Gebüsch etc. hinstreicht, je nach Umständen eine grössere oder geringere Anzahl leicht dissoziierbarer Moleküle. Durch Ionenstoss, durch ultraviolettes Licht, durch Strahlen radioaktiver Substanzen werden diese in Ionen gespalten, und wird dadurch die Leitfähigkeit der Luft hervorgerufen. Diese zeigt jedenfalls in mehrfacher Beziehung dasselbe Verhalten wie die durch Wasser hindurchgeblasene Luft. Stellt man mit der aus der freien Atmosphäre entnommenen Luft die S. 482 beschriebenen Versuche mit dem Kondensator an, so erhält man Resultate, die den dort mitgeteilten vollkommen entsprechen.

Freiburg i/B. Mai 1903.

(Eingegangen 15. Mai 1903.)

Zur elektrostatischen Ablenkbarkeit der Rutherfordstrahlen.

Von Th. Des Coudres.

Gelegentliche Versuche, welche darauf gerichtet waren, eine etwaige Veränderung der magnetischen Steifigkeit von Becquerelstrahlen beim Durchgange durch absorbierende Metallschichten nachzuweisen, zeigten, dass der von Gieselschem Radiumbromid ausgehende, photographisch überaus wirksame, scheinbar unablenkbare Teil der Strahlung nur zu sehr kleinem Teile aus Röntgenstrahlen bestehen kann. Er war weit absorbierbarer als der ablenkbare Teil. Das magnetische Spektrum Fig. 1 ist

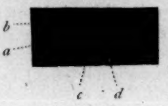


Fig. 1.

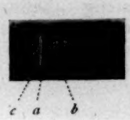


Fig. 2.

wie die übrigen wiedergegebenen Spektra im Vakuum aufgenommen. Die Strahlen hatten zwei Spalte von etwa 0,2 mm Weite passiert. Der gegenseitige Abstand der beiden Spalte und der Abstand des zweiten Spaltes vom photographischen Film betrug 4 cm. Der erste Spalt befand sich in der Wand der luftdichten Messingkamera und war mit 0,004 mm Aluminium verschlossen, so dass das strahlende Präparat nicht selbst in das Vakuum gebracht zu werden brauchte. Bei *a* ist das Film unbedeckt, bei *b* löscht ein aufgelegtes Aluminiumblatt von 0,01 mm Stärke die unablenkbaren Strahlen *c* fast ganz aus, während das abgelenkte Band nur unmerkbar geschwächt ist.

Seitdem hat Rutherford[1]) durch höchst

1) Diese Zeitschrift **4**, 235, 1903.

sinnreiche Messungen des Leitendwerdens der Luft unter verschiedenen Bedingungen bewiesen, dass auch auf die bisher sogenannte α-Strahlung magnetisches und elektrisches Feld wirken und dass wir in dieser Strahlung die solange gesuchten positiven Teilchen vor uns haben dürften. Die Wichtigkeit der Rutherfordschen Entdeckung liess eine direkt anschauliche Vorführung von magnetischer und elektrischer Ablenkung erwünscht und bei der Vorzüglichkeit des Gieselschen Präparates leicht ausführbar erscheinen. Der Erfolg hat die Erwartung gerechtfertigt.

Den magnetischen Versuch hatte bereits H. Becquerel[1]) angestellt. Überraschenderweise ergab sich die positive Strahlung seines Curieschen Präparates ausserordentlich homogen gegenüber der Becquerelschen β Strahlung. Trotzdem er in Luft von Atmosphärendruck photographierte, erhielt Becquerel relativ scharfe abgelenkte Spaltbilder, auch ganz im Gegensatze zu den bei den Kanalstrahlen von W. Wien[2]) gemachten Erfahrungen. Aufnahmen im Vakuum mit dem Gieselschen Radium haben Becquerels Resultat jedoch durchaus bestätigt. In Fig. 2 beispielsweise ist a die Strahlenwirkung ohne Magnetfeld; b das sich von 2 bis 16 mm erstreckende und am Ende grösserer Ablenkung nur ganz verwaschen begrenzte Spektrum der negativen Becquerelstrahlen bei Feldstärke 76; c sind die bei gleichgerichtetem, aber auf 2500 verstärktem Felde nach der anderen Seite abgelenkten Rutherfordstrahlen. Genauere Betrachtung der Negative zeigt allerdings, dass an die vergleichsweise scharf abgelenkten Spaltbilder nach der Seite wachsender Ablenkung kleine stetig abklingende Schweife ansetzen. Wird ein Teil des Films mit Aluminiumfolie bedeckt, so verschwindet der Schweif an den bedeckten Stellen. Das Bild wird schärfer und symmetrischer. Andeutungen davon dürfte Fig. 3

Fig. 3.

Fig. 4.

erkennen lassen. Vor dem unteren Teil des Film befand sich ein 2 mm breiter Aluminiumstreifen von 0,004 mm Dicke; a und b sind durch Kommutation eines Magnetfeldes von ca. 3000 Einheiten erhalten. Als Beleg für die ganz ausserordentliche Wirksamkeit der Gieselschen Präparate mag die Angabe dienen, dass ein repoduzierbares Bildchen wie Fig. 4 mit 8 mg Radiumbromid nur 80 Minuten Expositionszeit erforderte. Gut ausmessbare Negative bekommt man schon in ein Viertel dieser Zeit. Dabei hatten die Strahlen, wie bei allen Versuchen, die 0,004 mm Aluminium des ersten Spaltes passiert.

1) Comptes Rend. **136**, 199, 1903.
2) Wied. Ann. **65**, 440, 1898; Ann. d. Phys. **5**, 421, 1901.

Zu qualitativer Demonstration der elektrostatischen Ablenkung und Entscheidung der durch Rutherfords Experimente einstweilen noch offen gelassenen Vorzeichenfrage genügten die 110 Volt der städtischen Zentrale, sofern eine aus Fig. 7 ersichtliche Anordnung benutzt wurde. Die Maasse des Apparates waren

$$a = 2\text{ cm};\quad b = 6;\quad c = 6;\quad d = 1{,}2;$$
$$\alpha = 0{,}137\text{ cm};\quad \beta = 0{,}0315;\quad \gamma = 0{,}35.$$

Die flach dachförmige Gestalt der Kondensatorplatten I und II erlaubte den von den beiden Firsten eingeschlossenen Kanal β als zweiten Spalt wirken zu lassen. Aufnahme 5 ist in

Fig. 5.

Fig. 6.

dieser Weise mit 220 Volt gewonnen worden. Bis zur Erreichung des genügenden Vakuums war das ganze Film von einem Eisenplättchen bedeckt. Dann wurde die Seite I an + die Seite II an — gelegt und mittels eines Magneten das Film zur Hälfte von der Eisenbedeckung befreit. In einstündiger Exposition entstand der Streif a. Jetzt wurde das Feld kommutiert, das Eisenschieberchen ganz entfernt und eine zweite Stunde exponiert. Wirkung dieser Exposition der ganzen Platte ist Streifen b. Der Ablenkungssinn entspricht der Rutherfordschen Vorhersage, d. h. ist umgekehrt als er bei Becquerelstrahlen sein würde. Die Streifen sind so schmal, wie nach den geometrischen Verhältnissen nur zu erwarten stand. Erhebliche Dispersion kann also nicht vorhanden sein. $\frac{e}{m}$ und u müssen sich mit einiger Genauigkeit auch ohne den Kaufmannschen[1]) Kunstgriff ermitteln lassen.

Die Berechnung von $\frac{mu^2}{e}$ aus den Aufnahmen mit doppelkeilförmigem Ablenkungsraum ohne zweiten Spalt ist ziemlich weitläufig und wohl darum nicht besonders zuverlässig, weil es sehr genau auf Kenntnis des kleinsten Abstandes β

1) Gött. Nachr. 1901, 143.

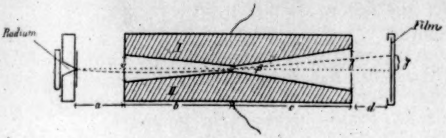


Fig. 7.

der Kondensatorplatten ankommt. Doch stimmten die so mittels Formel

$$\frac{mu^2}{e}=\frac{V}{y}\left\{\frac{c^2}{\gamma-\beta}\left(\frac{\gamma}{\gamma-\beta}\,lg\,\frac{\gamma}{\beta}-1\right)+\frac{b^2}{\alpha-\beta}\left(1-\frac{\beta}{\alpha-\beta}\,lg\,\frac{\alpha}{\beta}\right)\left(1-\frac{a+b+c+d}{c+d}\right)+\frac{b(c+d)}{\alpha-\beta}\,lg\,\frac{\alpha}{\beta}+\frac{cd}{\gamma-\beta}\,lg\,\frac{\gamma}{\beta}\right\};$$

(V = Potentialdifferenz der Platten in $c\ g\ s$ Einheiten, y = Spaltbildablenkung) gewonnenen Zahlen immerhin bis auf 15 Proz. mit dem Werte $\frac{mu^2}{e} = 3{,}94 \cdot 10^{14}$, der bei Anwendung eines planparallelen Kondensators von 4 mm Plattenabstand und $\pm$ 12000 Volt Spannungsdifferenz erhalten wurde. Von letzteren Versuchen giebt Fig. 6 ein Film wieder. Messung der magnetischen Ablenkung in dem durch geeignete Polschuhe aus unterteiltem Eisen homogen gemachten Felde eines Faradayschen Elektromagneten von 2000 Einheiten andrerseits lieferte $\frac{mu}{e} = 2{,}56 \cdot 10^5$.

Daraus würde folgen $u = 1{,}65 \cdot 10^9$;

$$\frac{e}{m} = 6{,}4 \cdot 10^3.$$

Würzburg, Physikalisches Institut.

(Eingegangen 11. Mai 1903.)

Wellentelegraphie.

Von Georg Seibt.

In einem Aufsatz „Über ein neues Verfahren zur Abstimmung funkentelegraphischer Stationen mit Hilfe des Multiplikators" E. T. Z. 1, 1903 hat Graf Arco einige Studien veröffentlicht, welche sich an frühere Untersuchungen von mir anschliessen. Da die Arcoschen Experimente meine Schlussfolgerungen zu bestätigen scheinen, in theoretischer Hinsicht indessen und über einige andere Fragen unsere Ansichten vielfach voneinander abweichen, gestatte ich mir, auf einige Stellen der Arcoschen Arbeit einzugehen.

1. Resonanz schneller elektrischer Schwingungen. Graf Arco skizziert den physikalischen Vorgang auf den Sende- und Empfangsstationen mit folgenden Worten: „In Fig. 7 stellt I schematisch den Geber, II den Empfänger dar. Beide bestehen aus einem geradlinigen ausgestreckten, unten geerdeten Luftleiter, welcher

zu elektrischen Eigenschwingungen angeschlagen wird."

Meines Wissens hat man als Resonanz stets das Mitschwingen eines schwingungsfähigen Gebildes und im engeren Sinne das Zusammenfallen der Eigenperiode mit derjenigen der erregenden Kraft bezeichnet und zwar gerade zum Unterschiede von den Eigenschwingungen, welche durch einen Schlag erzeugt werden. Näheres hierüber ist in den meisten Lehrbüchern der Physik und Mechanik enthalten. Für die Resonanz schneller elektrischer Schwingungen sind die Arbeiten von V. Bjerknes, Wied. Ann. **55**, 121, 1895 von grundlegender Bedeutung geworden. Allgemeine Betrachtungen über das Mitschwingen finden sich z. B. bei v. Helmholtz „Vorlesungen über die Dynamik diskreter Massenpunkte", Leipzig 1898, § 36 und 37 sowie in dessen Werken akustischen Inhaltes.

Über die Schwingungsform eines Resonators, welcher von einer periodischen, zeitlich gedämpften Kraft erregt wird, lässt sich im allgemeinen folgendes aussagen: es entstehen in dem Resonator zwei voneinander unabhängige Schwingungen verschiedener Periodenzahl und Dämpfung. Ist die Rückwirkung des Resonators auf das erregende System gering, so entspricht die erste Schwingung in Bezug auf Periode und Dämpfung völlig der erregenden Ursache. Die zweite entspricht der Eigenschwingung des Resonators. Wenn die Rückwirkung nicht mehr vernachlässigt werden darf, so werden beide Schwingungen deformiert und zwar umsomehr, je stärker der Energieaustausch zwischen beiden Systemen ist. Die Amplituden beider Schwingungen hängen in hohem Masse von den Dämpfungen ab. Sind die Erregerschwingungen zeitlich sehr stark gedämpft, so wirken sie nahezu wie ein einmaliger Anstoss und erregen im Resonator vorzugsweise dessen Eigenschwingung. Als Repräsentanten von Erregern dieser Art Schwingungen können der Marconi-Geber und die Slaby-Arcosche Sendeschleife gelten.

Im Gegensatz hierzu stehen die Braunschen Schaltungsweisen (vergl. z. B. die Fig. 15 und 16 des Arcoschen Aufsatzes). Wird nämlich der geschlossene Schwingungskreis so ausgeführt, wie es Prof. Braun angegeben hat, mit grosser Kapazität und geringer Selbstinduktion, so stellt derselbe ein elektrisch sehr wenig gedämpftes System dar von solcher Mächtigkeit, dass Sende- und Fangdraht wesentlich nur zu erzwungenen Schwingungen erregt werden.

Der vorstehende Zusammenhang ist von

Prof. Braun oftmals ausgesprochen[1]) und auch von dem Unterzeichneten vertreten worden.[2])

Folgende Messung diene zur erneuten experimentellen Bestätigung.

Auf der Station der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in der Markgrafenstrasse wurde der Luftleiter auf den geschlossenen Kreis abgestimmt. Resonanz war vorhanden bei 18 Leidener Flaschen und 4 Windungen Selbstinduktion. Die Wellenlänge, im Luftleiter gemessen[3]), ergab sich zu $\lambda = 212$ m. Darauf wurde der Luftleiter abgenommen und die Wellenlänge im Erregerkreise selbst gemessen. Es ergab sich $\lambda = 203$. Dann wurde der Erregerkreis künstlich etwas verstimmt. Bei 24 Flaschen und 4 Windungen ergab sich im Luftleiter eine Wellenlänge von $\lambda = 237$ m, im Erregerkreise, wiederum bei abgetrenntem Luftleiter, gleichfalls $\lambda = 237$ m. Bei derselben Flaschenzahl, aber 2 Windungen Selbstinduktion ergaben die in gleicher Weise ausgeführten Messungen jedesmal $\lambda = 130$ m.

Flaschenzahl	Windungszahl	Wellenlänge im unbelasteten System	Wellenlänge im Luftleiter
18	4	203	212
24	4	237	237
24	2	130	130

In vorstehender Weise sind die Messresultate übersichtlich zusammengestellt. Es ergiebt sich hieraus die praktisch wichtige Thatsache, dass man bei gegebener Länge des Luftleiters mit den verschiedensten Wellenlängen arbeiten kann. Es braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass sich die verschiedenen Wellen auch in einer verschiedenen Abstimmstellung des Empfängers äussern. Nachgewiesen wurde dies auf der Station in der Centrale der Hochbahn.

2. Resonanz langsamer elektrischer Schwingungen. Vorschläge nach dieser Richtung sind bereits mehrfach gemacht worden. a) Blondel (D. R.-P. 125372) und Hauptmann von Sigsfeld (mündliche Mitteilung) suchten eine Abstimmung dadurch zu erreichen, dass sie auf der Empfangsstation solche Indikatoren aufstellten, welche eine der Funkenfolge entsprechende Eigenschwingung besitzen. Meines Wissens ist dieses Verfahren nicht über Laboratoriumsexperimente hinaus gediehen. b) Mit der Ausnutzung der Resonanz der Induktorien habe ich mich seit längerer Zeit beschäftigt und auf eine besondere Konstruktion ein Patent erhalten.

Allgemeine Verwendung, wie Graf Arco es darstellt, hat jedenfalls die Resonanz langsamer Schwingungen in der wellentelegraphischen Praxis bisher nicht gefunden.

3. Verhalten einer angehängten Kapazität. Nach Graf Arco S. 7, Sp. 3 ist jetzt die Fritterkapazität sehr klein und bewirkt allein mit der Selbstinduktion von S_v und S_l die Abstimmung des Indikatorkreises.

In meiner Arbeit E. T. Z. **22**, 1901, No. 29 gehe ich von der Erwägung aus, dass gegenüber schnellen Schwingungen die verteilte Kapazität von Spulen und geradlinigen Drähten nicht mehr vernachlässigt werden darf, und dass gerade durch das Zusammenwirken dieser mit der Selbstinduktion die hohen Multiplikatorspannungen zustande kommen. Stellt man in Abrede, dass die Kapazität von Spulen zu berücksichtigen ist, so heisst dies nichts anderes, als auch die wellenartige Ausbreitung elektrischer Schwingungen verneinen.

Eine angehängte Kapazität wirkt, wie ich theoretisch abgeleitet (E. T. Z. **16**, 343, Gl. 47, 1902) und experimentell nachgewiesen habe (ebenda S. 410, Sp. 2), wie eine zusätzliche Drahtlänge. Dieses Verhalten einer angeschlossenen Kapazität habe ich in einem Vortrage vor dem elektrotechnischen Verein am 25. November v. J. demonstriert. (E. T. Z. **24**, 107, 1903.)

4. Die Braunschen Senderschaltungen als Systeme von mehreren Freiheitsgraden.

a) Bei Abstimmung der einzelnen Teile. Auf Seite 9 weist Graf Arco durch Messung von Wellenlängen nach, dass in den Braunschen Schaltungen zwei Maxima entstehen, wenn Sendedraht und Erregerkreis aufeinander abgestimmt sind.

In meiner Arbeit E. T. Z. **18**, 386 äussere ich mich zu dieser Frage, wie folgt: „Die strenge Theorie des induktiv erregten Resonators führt auf die Theorie der gekoppelten Schwingungssysteme. Dieselbe ist von den Herren A. Oberbeck, K. Domalip und Koláček für den Teslatransformator (magnetische Koppelung) in Angriff genommen und von M. Wien auf beliebig gekoppelte Systeme erweitert worden. Es ergiebt sich daraus, dass im allgemeinen in beiden Systemen zwei voneinander unabhängige Schwingungsarten von verschiedenen Periodenzahlen und verschiedenen Dämpfungen auftreten und zwar selbst dann, wenn die Eigenschwingungen der beiden Systeme in ungekoppeltem Zustande miteinander übereinstimmen."

Graf Arco giebt eine eigene Erklärung für das Auftreten der beiden Schwingungen. Er bezeichnet als Ursache hierfür nicht, wie es

1) Vergl. z. B. Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft, Leipzig 1901, S. 34, 35, 52, 53. Separatabdruck der „Umschau" **17**/**18**, 3, 1902.

2) E. T. Z. **22**, 581, 1901; **23**, 316, 1902; **24**, 103, 1903.

3) Hierzu wurde ein besonderes Messinstrument benutzt, welches später von anderer Seite beschrieben werden wird.

sonst geschieht, die doppelte Freiheit[1]) der Braunschen Schwingungssysteme, sondern entwickelt darüber folgende Vorstellung:

„Die Erklärung für das Auftreten von zwei Maxima verschiedener Wellenlänge zunächst bei der Schaltung nach Fig. 15, erscheint dadurch veranlasst, dass die Luftleiterschwingungen zwei verschiedene Wege nach ihrem Spiegelbilde in Erde haben, nämlich entweder den Weg durch die (fünf Windungen) Selbstinduktion allein oder die kleinere (drei Windungen) Selbstinduktion, die Flasche und die Funkenstrecke. Der Weg durch die grössere Selbstinduktion allein giebt die langsameren Schwingungen, der andere die schnelleren."

Zur Unterstützung seiner Theorie variiert Graf Arco Selbstinduktion und Kapazität des Erregerkreises. Das Ergebnis ist folgendes S. 10, Sp. 1:

„Je kleiner die Selbstinduktion des Erregerkreises und je grösser dementsprechend die Erregerkapazität, um so grösser wird die Amplitude der längeren Welle. Gleichzeitig vermindert sich hierbei der Abstand beider Maxima. Für den Grenzfall: Kapazität = unendlich bleibt nur ein Maximum."

In meiner Arbeit E. T. Z. **23**, 367, 1902 habe ich den Braunschen Sender einer theoretischen Untersuchung in Bezug auf die Art seiner Schwingungen unterzogen. Es ergab sich folgende Formel:

$$\omega\left(C + \sqrt{\frac{C_1}{L_1}}\, tg\, \frac{\omega\sqrt{C_1 L_1}\, l}{\omega}\right) = \frac{1}{\omega L_2}.$$

In der Diskussion derselben habe ich hervorgehoben, dass zahlreiche Oberschwingungen auftreten und dass die Anordnung eine Scheu vor der Resonanz der einzelnen Teile zeige. Man komme derselben aber um so näher, je kleiner $\sqrt{\frac{C_1}{L_1}}$ (Sendedraht) und L_2 (Selbstinduktion des Erregerkreises) und je grösser C (Kapazität des Erregerkreises) ist.

Setzt man $C = \infty$, so liefert die Formel unmittelbar das Arcosche Ergebnis. Es tritt dann nur eine einzige Schwingung auf, denn die Rückwirkung des Sendedrahtes fällt nicht mehr ins Gewicht.

Die Unhaltbarkeit der Arcoschen Annahme von den beiden Wegen, in welchen nur je eine einzige Schwingung verlaufen soll, lässt sich noch von anderen, allgemeineren Gesichtspunkten aus nachweisen. Sie verträgt sich nicht mit dem Prinzip der ungestörten Superposition von Bewegungen, sie widerspricht den Grundregeln der Wechselstromtechnik.

1) Berücksichtigt man noch die verteilte Kapazität des Senders, so erhält man ein System $1 \times \infty$ Freiheitsgraden. Obertöne!

Denn bezeichnet E die Spannung zwischen dem Anschlusspunkt des Sendedrahtes an den Erregerkreis, $\mathfrak{J}_1$ den Strom in der Spule, $\mathfrak{J}_2$ den Ladestrom der Kapazität, so gelten folgende Beziehungen

$$E = \mathfrak{J}_1 w + L\frac{d\mathfrak{J}}{dt},$$

$$C\frac{dE}{dt} = \mathfrak{J}_2.$$

Hierbei ist also angenommen, dass der eine Weg die ganze Selbstinduktion, der andere nur die Kapazität enthält, dass also die „Wegdifferenz" ein Maximum ist.

Sind im Sendedraht zwei Schwingungen vorhanden, so kann man setzen

$$E = E_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1) + E_2 \sin(\omega_2 t + \varphi_2).$$

Setzt man diesen Wert in obige Gleichungen ein, so ergiebt sich als eine einfache, mathematische Konsequenz, dass auch $\mathfrak{J}_1$ und $\mathfrak{J}_2$ zwei Schwingungen derselben Periodenzahlen wie E enthalten müssen.

b) Bei Verstimmung der einzelnen Teile. „Bei Verstimmung des Erregerkreises heisst es weiter bei Graf Arco, S. 11, Sp. 1, ist im Luftleiter noch eine dritte Frequenz, nämlich die des verstimmten Erregers vorhanden."

Warum nur im Luftleiter?

Auch diesen Fall habe ich in der erwähnten Arbeit einer theoretischen Untersuchung unterzogen. In der oben citierten Formel wird bei Verstimmung des Sendedrahtes der zweite Ausdruck in der Klammer gleich Null, und es bleibt nur eine einzige Schwingung

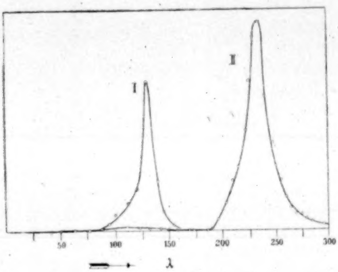
$$\omega C = \frac{1}{\omega L_2} \quad \text{oder} \quad T = 2\pi\sqrt{CL}.$$

Ich sage dann: „Ist diese Bedingung erfüllt, so stören sich beide Kreise garnicht und verhalten sich so, als ob der Gebedraht von dem geschlossenen Kreise überhaupt losgetrennt wäre."

Es besteht also hier ein direkter Widerspruch zwischen den Arcoschen Angaben, wonach bei Verstimmung drei Schwingungen im Luftleiter vorhanden sein sollen, und meiner Theorie, welche nur eine einzige zulässt. Ich liess das Experiment entscheiden.

Auf der Station Markgrafenstrasse wurden die in umstehender Figur wiedergegebenen Resonanzkurven aufgenommen. Die Abszissen bedeuten die Wellenlängen des Messresonators, die Ordinaten geben ein Mass für die Stromstärke in demselben. Die Koppelung des Messgerätes mit dem Luftleiter geschah unter der nötigen Vorsicht in unmittelbarer Nähe der Anschlussstelle an den Flaschenkreis.

Kurve II entspricht einer geringen Verstimmung (Wellenlänge des Erregerkreises $\lambda = 237$ m). Das zweite Maximum ist schon hier nur noch sehr schwach ausgeprägt.



Kurve I entspricht einer stärkeren Verstimmung ($\lambda = 130$ m). Das zweite Maximum ist völlig verschwunden.

Diese Messungen mögen genügen zur Bestätigung meiner Theorie. Für die eingehendere Verfolgung der Eigenschwingungen des Braunschen Senders mit direkter Erregung habe ich ein graphisches Verfahren empfohlen. Dasselbe trägt auch den Oberschwingungen Rechnung. Es würde zu weit führen, darauf einzugehen.

5. Einfluss des Luftleiters auf die Schwingungsdauer. Gegen Schluss seines Aufsatzes weist Graf Arco daraufhin, dass die Eigenschwingung des Flaschenkreises durch den Luftleiter verlangsamt wird.

Bei der Berechnung der Schwingungszahl des Braunschen Senders gehe ich davon aus, dass der Luftleiter als eine zusätzliche Kapazität aufgefa. t werden kann. „Der Einfluss des Gebedrahtes kann berücksichtigt werden, indem man seine äquivalente Kapazität C_0 berechnet und zu derjenigen des Kondensators addiert.“

Es ist bekannt, dass durch Vermehrung der Kapazität die Schwingungsdauer verlängert wird.

6. Messung von Wellenlängen mit Hilfe des Multiplikators. Die Grundlagen hierfür sind in meiner Arbeit E. T. Z. **22**, 1901, No. 29 entwickelt worden. Es ist dort ausgeführt, dass ein linearer Leiter, geradliniger Draht oder Spule, welcher an dem einen Ende von einer äusseren Kraft erregt wird, in Resonanz ist, wenn er in einer Viertelwelle schwingt. In Fig. 1 ist das Bild einer Spule gegeben, welche an den Entladungskreis einer Leidener Flaschenbatterie angeschlossen ist und in einer Viertelwelle schwingt.

Graf Arco benutzt zur Messung von Wellenlängen dieselbe Schaltung und dasselbe Phänomen.

(Eingegangen 28. April 1903.)

REFERATE.

Geophysik.

Besorgt von Prof. Dr. E. Wiechert.

E. v. Schweidler, Luftelektrische Beobachtungen zu Mattsee im Sommer 1902.[1])

Gelegentlich eines Ferienaufenthaltes in Mattsee von Juni bis September 1902 stellte der Verfasser hier eine längere Reihe luftelektrischer Messungen an, deren Resultate um so bemerkenswerter sind, als sich der in etwa 500 m Seehöhe liegende Beobachtungsort wegen der grossen Reinheit der Luft sehr gut zu luftelektrischen Untersuchungen eignet. Hauptsächlich wurden Zerstreuungsmessungen gemacht, und zwar an 70 Tagen je 4 Messungen, dann aber auch solche des Potentialgefälles. Damit verbunden waren möglichst regelmässige meteorologische Beobachtungen über Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Wind, Gewitter, Hagel, Regenböen u. dgl., sowie vor allem auch über Durchsichtigkeit der Luft nach Schätzungen der Sichtbarkeit verschieden entfernter Objekte.

Zu den Messungen der Zerstreuung bediente man sich eines Apparats nach Elster und Geitel, ohne Anwendung des Schutzcylinders. Da in einem Gartenhäuschen beobachtet wurde, dessen Cementbedachung wohl genügenden Schutz gegen Influenz des Erdfeldes bot, so gewann man durch das Weglassen des Schutzdaches den Vorteil sehr viel kürzerer Beobachtungszeiten. Es genügte denn auch völlig, wenn man nur 5 Minuten exponierte. Freilich sind diese ohne Schutzdach gewonnenen Resultate nicht sofort mit solchen anderer Beobachter zu vergleichen, aber da es sich in erster Linie nur um relative Messungen zur Ermittelung des täglichen Ganges der Zerstreuung und des Einflusses der verschiedenen meteorologischen Elemente auf dieselbe handelte, so kam auch dieser Umstand wenig in Betracht. Zudem wurde noch ein Reduktionsfaktor auf einen Apparat mit Schutzcylinder abgeleitet und zu ungefähr 3,7 gefunden, durch welche Zahl also die ohne Schutzdach erhaltenen Werte zu dividieren sind. Einen nahezu gleichen Reduktionsfaktor, (3,5) hatte übrigens auch Gockel schon bei seinen luft-

1) Beiträge zur Kenntnis der atmosphärischen Elektrizität. XI. Aus den Sitzungsberichten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse, **101**, Abt. IIa, November 1902.

elektrischen Untersuchungen gefunden (Gockel, Luftelektrische Untersuchungen. Freiburg 1902).

Die im nachfolgenden gegebenen Beobachtungswerte sind alle mit Hilfe jenes Reduktionsfaktors reduziert worden. Die Beobachtungszeiten waren i. A. $8^{1}/_{2}{}^{a}$, $0^{3}/_{4}{}^{p}$, 3^{p}, $7^{3}/_{4}{}^{p}$.

Nach den gesamten Beobachtungen finden sich hiefür im Mittel folgende Werte der Zerstreuung:

Zeit	$a-$	$a+$	$q = \frac{a-}{a+}$
$8^{1}/_{2}{}^{a}$	0,745	0,777	0,959
$0^{3}/_{4}{}^{p}$	0,831	0,849	0,979
3^{p}	0,867	0,851	1,019
$7^{3}/_{4}{}^{p}$	0,696	0,682	1,021

Darin bedeutet a die in Prozenten der anfänglichen Ladung ausgedrückte Zerstreuung pro 1 Minute für negative und positive Ladungen, und q den Quotienten $\frac{a-}{a+}$, d. h. ein Mass der Unipolarität der gemessenen Zerstreuungen.

Aus den Zahlen ergiebt sich ein deutlicher täglicher Gang mit einem Maximum in den ersten Nachmittagsstunden und kleinen Werten am Morgen und Abend. Der Quotient q steigt beständig an, er ist vormittags kleiner, nachmittags grösser als 1; das bedeutet also, dass am Vormittage die negativen, am Nachmittage die positiven Ionen überwiegen, doch ist das Verhältnis nahezu 1.

Untersucht man den Einfluss der verschiedenen meteorologischen Faktoren auf die Zerstreuungswerte, so folgt zunächst bezüglich der Bewölkung, dass der tägliche Gang der luftelektrischen Zerstreuung sowohl wie des Quotienten q an klaren Tagen derselbe bleibt wie in den obigen Gesamtmitteln, nur ist er ein wenig stärker ausgeprägt. Bei Tagen mit besonders guter Fernsicht ergiebt sich für die Zerstreuung dasselbe, doch sind die absoluten Werte durchweg grösser. Im Quotienten q tritt hier jedoch eine doppelte Periode ein, mit einem Minimum gegen Mittag und Abend und einem Maximum am Morgen und Nachmittag. Eine solche doppelte Periode war nach Mitteilungen von Ebert auch schon von Lutz am Starnberger See festgestellt, und zwar für klare Tage. Es zeigt sich nun aber durch die Schweidlerschen Untersuchungen, dass ihre Ursache nicht so sehr in der geringen Bewölkung als in der guten Durchsicht der Luft liegt. — Bei extrem feuchten Tagen traten merkwürdigerweise übernormale Werte der Zerstreuung auf; bei besonders trockenen blieben die letzteren unter den durchschnittlichen. Die hohen Werte sind jedoch wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die feuchten Tage häufig auch Gewittertage sind, an denen sich, besonders vor und während des Gewitters, ganz aussergewöhnlich hohe Zerstreuungen zeigen. Dieselben erreichten in einigen Fällen die Höhe von $a = 1,9$ Proz. bis 2,9 Proz., dabei traten starke polare Verschiedenheiten auf, und zwar grössere Zerstreuungen der positiven als der negativen Elektrizität. Für die auch schon in Kremsmünster beobachtete Erscheinung, dass zuweilen an besonders schönen Tagen um Sonnenaufgang und -Untergang sehr niedrige Werte der Zerstreuung auftraten, fand sich an einigen Tage eine Bestätigung, wenn auch nur in geringem Masse.

Von einem jährlichen Gange ist in der verhältnismässig kurzen Beobachtungsreihe natürlich noch nichts Bestimmtes zu erkennen.

Bezüglich der extremen Werte ist zu bemerken, dass die Maxima der Zerstreuung ausser bei Gewittern auch bei heftigen Regengüssen von böigem Charakter, sowie an einigen schönen Tagen mit besonders grosser Fernsicht, hier vielleicht im Zusammenhange mit Föhnwind in den Alpen eintraten. Ein deutlicher Zusammenhang der Minima mit bestimmten meteorologischen Elementen wurde nicht gefunden; auffallenderweise traten sie häufiger bei guter Fernsicht der Luft ein.

Auch über die von Ebert erwähnte Thatsache, dass an den Ufern von Binnenseen sehr hohe Zerstreuungen für negative Ladungen beobachtet werden, wurden einige Versuche angestellt, die jedoch keine Bestätigung ergaben.

Dass der aus den Beobachtungen in Mattsee folgende tägliche Gang der luftelektrischen Zerstreuung mit der Sonnenstrahlung im Zusammenhange steht, erscheint dem Verfasser fraglos, doch wagt er nicht zu entscheiden, ob dieser Zusammenhang ein unmittelbarer oder mittelbarer ist, d. h. „ob er auf eine Ionenbildung durch Strahlung oder auf den Wechsel auf- und absteigender Luftströme und auf das Hervorquellen der nach Elster und Geitel besonders ionenreichen Bodenluft“ zurückzuführen ist. Einen genaueren Einblick in die jedenfalls verwickelten Verhältnisse wird man wohl erst erhalten, wenn man von beiden Faktoren, die bei der Neutralisation der Ladungen der Zerstreuungskörper mitwirken, d. h. sowohl von der Zahl der Ionen wie von ihrer Beweglichkeit getrennte Messungsreihen zur Verfügung hat.

Die Beobachtungen des Potentialgefälles wurden mit den Exnerschen transportablen Apparaten vorgenommen. Sie ergaben gar keinen deutlichen täglichen Gang, zeigten höchstens ein Minimum zwischen 6 und 9 Uhr vormittags. Man findet hier also das Umgekehrte wie Pocchettino in Nord-Italien: Einen deutlichen täglichen Gang für die Zerstreuung, keinen für das Potentialgefälle, während Pocchettino wohl eine tägliche Periode für das Potentialgefälle, nicht aber eine solche für die Zerstreuung fand.

Über die Beziehungen zwischen Zerstreuung und Potentialgefälle ist nur zu bemerken, dass sich i. A. an Tagen mit kleinem Potentialgefälle ziemlich hohe Zerstreuungen ergeben, und umgekehrt. — G. Lüdeling.

(Eingegangen 23. März 1903.)

BESPRECHUNGEN.

A. B. Chauveau, Recherches sur l'électricité atmosphérique. Prémier memoire: Introduction historique et bibliographique à l'étude de l'électricité atmosphérique. 70 P.; Second mémoire: Étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique. 120 P. XIII Pl. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

Das aus zwei Bänden bestehende umfangreiche Werk bietet eine Zusammenfassung der schönen Beobachtungen, die der Verfasser auf dem Gebiete der Luftelektrizität in den Jahren 1891—99 angestellt hat. Der erste Band bildet gewissermassen eine Einführung in die eigentlichen Untersuchungen, die in Band II niedergelegt sind, indem er eine sorgfältige Übersicht sowohl über die allgemeinen Eigenschaften des luftelektrischen Feldes wie auch über die historische Entwickelung der luftelektrischen Forschungen von d'Alibard (1752) ab bis auf den heutigen Tag giebt. Von den vorhandenen, sehr zahlreichen Hypothesen über den Ursprung der atmosphärischen Elektrizität werden nur die wichtigsten eingehender behandelt, unter ihnen ganz besonders diejenige von Peltier, deren Grundlagen später Exner übernahm zum Aufbau seiner Theorie. Verf. ist der Ansicht, dass die grosse Rolle, die Peltier in der luftelektrischen Forschung gespielt hat, bislang nicht genügend hervorgehoben wurde; er ist daher bestrebt, sie in seiner Abhandlung in das rechte Licht zu rücken. Im übrigen vermeidet Verf. es, sich für die eine oder andere der bisher aufgestellten Theorien zu entscheiden oder selbst eine neue zu bringen. Nach seiner Ansicht wird bei der Zusammensetzung des luftelektrischen Feldes sicherlich eine ganze Reihe von Ursachen mitwirken, als welche u. a. wahrscheinlich in Betracht kommen: die teilweise Zerstreuung der negativen Elektrizität der Erdoberfläche in die Atmosphäre, die Elektrisierung der Eisnadeln in den Cirruswolken, die Elektrisierung der Luft durch die unaufhörliche Bewegung der Meereswellen, vielleicht auch die unipolare Induktion der Erde. Die Grundlagen der neuerdings viel genannten und nach Ansicht des Ref. doch wohl auch recht verheissungsvollen „Ionentheorie" von Elster und Geitel hält Verf. noch nicht für hinreichend klar und sicher.

Am Schlusse des ersten Bandes findet sich ein sehr wertvoller „Index bibliographique" der luftelektrischen Wissenschaft, von 1750—1900, der besonders vollständig für die Zeit von 1880—1900 ist und die hier erschienenen luftelektrischen Arbeiten wohl lückenlos aufführt.

In Band II versucht Verf., ein neues Gesetz des täglichen Ganges der atmosphärischen Elektrizität aufzustellen, auf Grund seiner eigenen mehrjährigen Beobachtungen und solcher von anderen Forschern und aus früheren Jahren. Er nennt es das „wahre" Gesetz, weil es die tägliche Periode in solcher Weise darstellt, wie sie unter ganz ungestörten Verhältnissen zu existieren scheint.

Noch bis vor einigen Jahren kannte man hauptsächlich nur die doppelte tägliche Periode der Luftelektrizität, die eine auffallende Analogie mit dem täglichen Gange des Luftdrucks zeigte. Verf. glaubt nun, nachweisen zu können, dass das Auftreten einer doppelten Welle nur eine Folge gestörter Verhältnisse ist, dass hingegen der wahre, ungestörte tägliche Gang nur aus einer einfachen Periode besteht, die ihr Maximum am Tage und ein deutlich ausgeprägtes Minimum zu einer bemerkenswert konstanten Zeit um 4 Uhr morgens hat. Die störenden Ursachen liegen nach Chauveau in der Nähe des Erdbodens und der Umgebung der aufgestellten Apparate; sie treten um so stärker auf, je höher die mittlere Tagestemperatur des Beobachtungsortes ist. Seine eigenen Beobachtungen stellte Verf. in Paris an, im Bureau Central météorologique, ungefähr 10 m über der Erdoberfläche, und auf dem Eiffelturm, in 285 m Höhe. An letzterer Station konnte nur während der schönen Jahreszeit, von Mai bis Oktober, beobachtet werden, da die regelmässige tägliche Besteigung des Eiffelturmes zur Bedienung der Apparate im Winter mit allzu grossen Schwierigkeiten verknüpft war.

Hinsichtlich aller Einzelheiten über Registrierapparate, Kollektoren, Isolation, Elektrometer, Ladesäule u. s. w. muss auf die Originalabhandlung verwiesen werden, wo sich im ersten Teil des zweiten Bandes eine ausführliche Beschreibung der Instrumente und Beobachtungsmethoden findet. Es werden dort viele praktische Winke für Installation luftelektrischer Registrierapparate gegeben, die für alle diejenigen von ganz besonderem Interesse sein werden, die ähnliche Einrichtungen bereits getroffen haben oder noch zu treffen gedenken. Hier möge die

Bemerkung genügen, dass Chauveau ein entschiedener Gegner der jetzt vielfach angewandten Registrierung in Intervallen von meist 10 Minuten ist, der er fast jeden Wert abspricht. Er gebrauchte daher auch die kontinuierliche, photographische Registrierung, und zwar eines Thomsonschen Quadranten-Elektrometers der Mascartschen Art, das im Bureau Central eine Empfindlichkeit von 1 mm = 5 Volt besass. Diese Empfindlichkeit entsprach den dort herrschenden Durchschnittsverhältnissen des elektrischen Feldes ganz gut. Damit aber auch Störungen registriert werden konnten, wurde daneben noch ein zweites Instrument aufgestellt, dessen Empfindlichkeit auf etwa $^1/_4$ der obigen, auf ca. 19 Volt gebracht war, durch Wahl einer wesentlich schwereren Nadel (10 g gegen 1 g) und einer grossen Fadendistanz (6 mm) der Bifilaraufhängung. Man war dadurch in die Lage versetzt, noch Werte bis zu 2500 Volt zu registrieren. Nun betrugen aber die normalen Werte auf dem Eiffelturm bei 1,70 m Entfernung der Abflussstelle des Kollektors vom Turme schon gegen 4000 Volt, und das Maximum überstieg 5000 Volt. Die Schwierigkeit, derartig hohe Potentiale zu registrieren, überwand Chauveau dadurch, dass er zwischen Elektrizitätsquelle und Elektrometer eine Kaskade von kleinen, gut isolierten Kondensatoren einschaltete, derart, dass die erste Belegung mit Kollektor, die letzte mit der Erde und die vorletzte mit dem Elektrometer verbunden war. Je nach der Zahl der eingeschalteten Elemente konnte man so der Nadel jeden beliebigen Teil der ursprünglichen Ladung zuführen. Durch besondere Versuche wurde festgestellt, dass die auf solche Weise mit Kaskaden-Kondensatoren erhaltenen Werte mit denjenigen von freien Elektrometern völlig übereinstimmten.

Die von ihm selbst gewonnenen Beobachtungen sowie solche der Stationen Kew, Greenwich, Moncalieri, Florenz, Lissabon, Perpignan, Lyon, Paris (Collège de France, Parc St. Maur) Batavia, Sodankylä, Cap Thordsen benutzt Chauveau nun zu einer Studie über den täglichen Gang der Luftelektrizität, die den zweiten Teil des zweiten Bandes bildet. Die Aufstellung der Apparate an den fremden Stationen befand sich in ziemlich derselben Höhe über dem Erdboden wie im Bureau Central, ihre Angaben sind daher mit den hier gefundenen wohl zu vergleichen. Und sie bestätigen in der That im grossen und ganzen, was Chauveau durch seine eigenen Registrierungen glaubte gefunden zu haben: der tägliche Gang im Winter ist verschieden von dem im Sommer; im Herbst und Frühjahr finden sich regelmässige Übergänge von einem zum andern Typus. Der Wintertypus nähert sich einer einfachen Periode, durch eine Abnahme des Minimums am Tage. Der Sommer zeigt eine doppelte Periode durch das Wachsen des Tagesminimums über das Minimum der Nacht. Unter ganz besonderen Umständen, d. h. bei aussergewöhnlich ungünstiger Aufstellung des Kollektors kann das Nachtminimum sogar ganz verschwinden, die Periode wird dann wieder eine einfache, aber im umgekehrten Sinne des Wintertypus, indem das Minimum auf die Tages-, das Maximum auf die Nachtstunden fällt. Vergleicht man die beiden polaren Stationen Sodankylä und Cap Thordsen mit der äquatorialen in Batavia, so findet man dort den ausgesprochenen Wintercharakter, die einfache Welle, hier den Sommercharakter, die doppelte Periode — ein Beweis, dass der tägliche Gang der Luftelektrizität in der Nähe der Erdoberfläche verschieden ist je nach der mittleren Temperatur des Ortes. Winter- und Sommertypus unterscheiden sich um so stärker, je mehr der Kollektor dem Einfluss des Bodens und der Umgebung unterworfen ist. Mit zunehmender Temperatur bildet sich das Tagesminimum aus, das in so auffallendem Masse im Sommertypus vorhanden ist, dagegen in den polaren Gegenden fast ganz fehlt. Es scheint also in der That nichts anderes zu sein, als eine Störung, die durch die Nähe des Bodens und der Umgebung hervorgerufen ist und die mit zunehmender Temperatur wächst. Das wird auch durch Chauveaus gleichzeitige Beobachtungen im Bureau Central und auf dem Eiffelturm bestätigt. Wie aus der der Originalabhandlung beigefügten graphischen Darstellung ersichtlich ist, zeigen die täglichen Gänge an den genannten beiden Stationen im Sommer von $7^1/_2$ vorm. bis $4^1/_2$ nachm. einen vollkommen entgegengesetzten Verlauf. Dort, im Bureau Central, die bekannte doppelte Periode, hier, auf dem Eiffelturme, ein fast kontinuierliches Ansteigen der Kurve vom Morgenminimum an bis gegen $6^1/_2$ nachm., sodass die Periode ganz offenbar einer einfachen zustrebt. In den Herbstmonaten erscheint diese einfache Periode auf dem Eiffelturme schon sehr viel ausgeprägter, und sie würde sich im Winter höchstwahrscheinlich als eine völlig reine gezeigt haben, wenn man von dieser Jahreszeit Beobachtungen hätte erhalten hönnen.

Die durch den Vergleich der beiden innerhalb einer Grossstadt gelegenen Stationen „Bureau Central" — „Eiffelturm" sich ergebenden Schlussfolgerungen wurden nun noch dadurch einer weiteren Prüfung unterzogen, dass Verf. während drei Sommermonaten Beobachtungen auf einem 20 m hohen Pfeiler des Observatoriums des Herrn Teisserenc de Bort in Trappes anstellte, also auf möglichst freiem Felde, unter sehr viel günstigeren Installations-

Verhältnissen als in der Grossstadt. Aber auch hier fand sich eine Bestätigung des Obigen: Eine charakteristische Abnahme des Tagesminimums, und damit die Annäherung der täglichen Periode an den Wintertypus.

Chauveau glaubt danach, die Ergebnisse dahin zusamenfassen zu können:

1. Der allgemeine Charakter des täglichen Ganges der Luftelektrizität, wie er sich in der Nähe des Erdbodens zeigt, ist im Winter und Sommer nicht derselbe. Dies wird bestätigt durch Beobachtungen aus polaren und äquatorialen Gegenden;

2. der Charakter des täglichen Ganges kann an einem Orte verschieden sein, je nach der Lage des erforschten Punktes in Bezug auf Erdboden und Umgebung;

3. das „wahre" Gesetz des täglichen Ganges wird dargestellt durch eine einfache Periode, mit einem noch mangelhaft bestimmten Maximum am Tage und einem bemerkenswert konstanten Minimum gegen 4 Uhr morgens.

Auf manche Einzelheiten des inhaltreichen Werkes, die jedoch auch grosses Interesse beanspruchen dürfen, wie z. B. die gleichzeitigen Beobachtungen an drei verschiedenen Stellen im Bureau Central, das Wechseln des Vorzeichens des Feldes mit der Höhe, das Vorkommen negativen Potentialgefälles bei heiterem Himmel, die Untersuchungen über Eigenelektrizität der Luft kann hier nur noch hingewiesen werden, ebenso auf die im Schlusskapitel vorgenommene harmonische Analyse der täglichen Periode nach den Beobachtungen im Bureau Central météorologique und auf dem Eiffelturme.

G. Lüdeling.

(Eingegangen 1. Februar 1903.)

Karl Hofmann, Die radioaktiven Stoffe nach dem gegenwärtigen Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis. 54 S. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1903. M. 1.60.

Bei der Unmöglichkeit, die rasch anschwellende Litteratur über Radioaktivität und Verwandtes dauernd zu verfolgen, ist das Erscheinen zusammenfassender Übersichten, die den momentanen Stand der Erkenntnis auf diesem Gebiete darstellen, mit Freude zu begrüssen.

Verfasser hat in seiner Broschüre, seiner eigenen Arbeitsrichtung entsprechend, namentlich die chemische Seite des Gebietes behandelt, also in erster Linie die Eigenschaften der strahlenden Körper, nur sehr kurz dagegen die emittierte Strahlung selbst behandelt. Von den verschiedenen in Betracht kommenden Strahlungsquellen werden behandelt: das Polonium, Radium, Radioblei, aktives Thorium, induzierte Aktivität, aktive Luft.

Wer sich in das schon jetzt sehr unübersichtlich gewordene Gebiet der Radioaktivität einarbeiten will, dem sei die leicht fasslich geschriebene Arbeit zur ersten Einführung bestens empfohlen.

W. Kaufmann.

(Eingegangen 8. Februar 1903.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Ernannt wurden der a. o. Professor für Physik und physikalische Chemie, erster Assistent am physikalischen Institut, Dr. Mathias Cantor-Strassburg, zum a. o. Professor für Physik, insbesondere theoretische Physik, an der Universität Würzburg, der Privatdozent für technische Chemie in der Abteilung für Bergbau und Hüttenkunde, für Chemie und Elektrochemie der Technischen Hochschule Aachen, Dr. Oskar Rau, zum etatsmässigen Professor desselben Faches, der Privatdozent der Astronomie Dr. Anding-München zum a. o. Professor, Dr. Antonio Garbasso, Privatdocent an der Universität Turin, zum Professor für Physik und Direktor des Physikalischen Institutes der Universität Genua.

Es habilitierten sich an der Universität Göttingen Dr. Borsche für Chemie, an der Universität Münster i. W. Dr. A. Bömer für angewandte Chemie, an der Technischen Hochschule in Darmstadt Dr. W. Schlink für Mechanik, an der Universität Leipzig Dr. Erich Marx und Dr. A. Dahms für Physik, an der Universität Heidelberg der Assistent am chemischen Laboratorium, Dr. phil. August Darapsky für Chemie.

An der Berliner Technischen Hochschule ist die Lehrstelle für „Projektierung elektrischer Anlagen" dem Professor Dr. Klingenberg dauernd übertragen worden.

Dem leitenden Chemiker an der Chininfabrik Buchler & Co.-Braunschweig, Dr. phil. Friedrich Oskar Giesel, ist der Professortitel verliehen worden.

Die anlässlich des 70. Geburtstages A. v. Hofmanns 1888 gestiftete, zur Verleihung an Ausländer bestimmte, goldene Hofmann-Medaille wurde an dem diesjährigen Todestage Hofmanns, am 5. Mai, erstmalig von der Deutschen Chemischen Gesellschaft verliehen und zwar an Henri Moissan-Paris und William Ramsay-London. Die Kometen-Medaille der Astronomischen Gesellschaft des Pacific in San Francisco ist für dies Jahr dem Astronomen Michel Giacobini-Nizza zugesprochen worden für seine Entdeckungen unerwarteter Kometen am 2. Dezember 1902 und am 15. Januar 1903.

Der etatsmässige Professor für analytische Mechanik und mathematische Physik an der Technischen Hochschule zu Berlin Geh. Regierungsrat Professor Dr. Julius Weingarten ist in den Ruhestand getreten.

Gestorben der Professor der Astronomie an der Universität Bonn Dr. Friedrich Deichmüller im 48. Lebensjahre, am 28. April 1903 im 64. Lebensjahre der Professor der mathematischen Physik an der Yale Universität zu New Haven J. Willard Gibbs.

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.